ZEFFERINO DE SANCTIS

FONDAMENTI DELLA RADIO

RADIOPRATICA-MILANO

ZEFFERINO DE SANCTIS

FONDAMENTI DELLA RADIO

disegni di
E. CORRADO

RADIOPRATICA - MILANO

PRESENTAZIONE

Nell'intento di continuare un dialogo, aperto ormai da oltre un decennio, con tutti coloro che nutrono vivo interesse per questa disciplina sempre nuova, è nata la presente trattazione che, pur non sconfinando in analitici sviluppi matematici, non sempre efficaci per il lettore relativamente preparato, si attiene alle nozioni elementari dell'aritmetica, con qualche breve richiamo algebrico, senza peraltro introdurre il banale o seguire la falsariga del fumetto.

Anche quest'opera, quindi, si inserisce, senza clamore o stonature, nella già nutrita collana di volumi approntati dalla Editrice Radiopratica, perché è sorta, come le precedenti, vicino ai lettori, dai quali mi è venuto l'insegnamento primo, in quotidiana convivenza epistolare, accumulando da ogni fonte l'utile, facendo tesoro dell'esperienza e delle impressioni che ognuno, spontaneamente e senza veli, mi ha trasmesso.

A tutti costoro, che saranno i miei primi giudici e ai quali, soprattutto, dedico queste righe, formulo l'augurio di poter trovare profitto e qualità per apprendere.

Il testo, articolato in dieci capitoli, si apre con una parte dedicata ai componenti elettronici, e prosegue con l'analisi più semplice dei principali processi radiotecnici. Ci si accosta poi alle generalità di costruzione per arrivare, infine, ai montaggi veri e propri dei principali tipi di radioapparati. I circuiti comprendenti i tubi sono trattati molto intimamente.

Tre capitoli, dedicati alla taratura e alla messa a punto dei circuiti riceventi e trasmittenti, a valvole e a transistor, concludono la presentazione degli argomenti.

Nel porgere le mie scuse per le omissioni, a tutti coloro che vorranno richiamare la mia attenzione su inesattezze, errori nelle illustrazioni o nei riferimenti grafici, estendo un caldo ringraziamento in cambio dell'occasione che mi offrono di poter sempre migliorare.

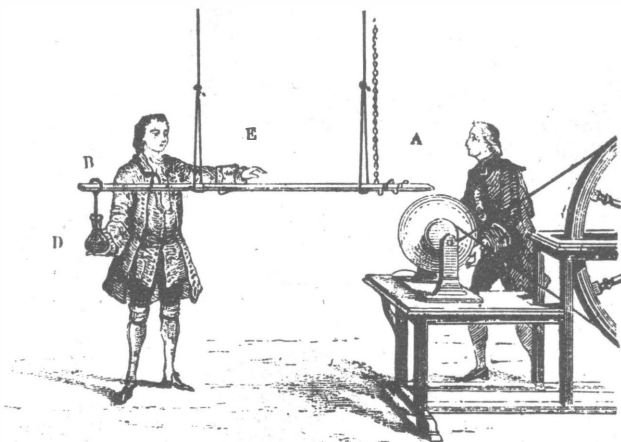
L'AUTORE

Indice

CONDENSATORI

STORIA DEL CONDENSATORE

È un po' difficile attribuire alla genialità di un solo uomo l'invenzione del condensatore. Certo è che il « quadro » del fisico americano Beniamino Franklin, nato a Boston nel 1706, rappresenta il più antico esempio di condensatore che si conosca. Quello storico condensatore, costituito da una lastra di vetro e due fogli di stagnola, veniva caricato con una macchina generatrice di elettricità di tipo a strofinio. Ma il più noto fra tutti i condensatori, che appartengono alla storia del passato, è certamente quello della classica

Nel 1746 Pieter Van Musschoenbroek eseguì la sua prima esperienza con la bottiglia di Leyda. Egli sospese la canna di un vecchio archibugio a fili di seta; alla canna fissò un pezzo di filo di ferro che, attraverso un tappo di sughero, pescava nell'acqua di una bottiglia. Mise poi la canna in contatto con una macchina elettrica a strofinio, pensando di immagazzinare nell'acqua una parte di elettricità.

bottiglia di Leyda. Esso fu realizzato dal fisico olandese Pieter Musschenbroeck, nato appunto a Leyda, in Olanda, nel 1745.

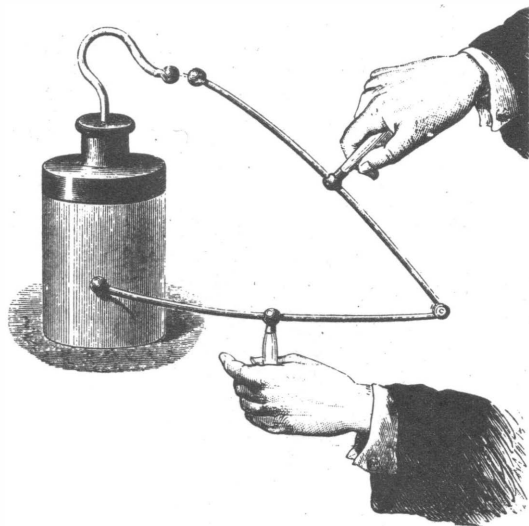
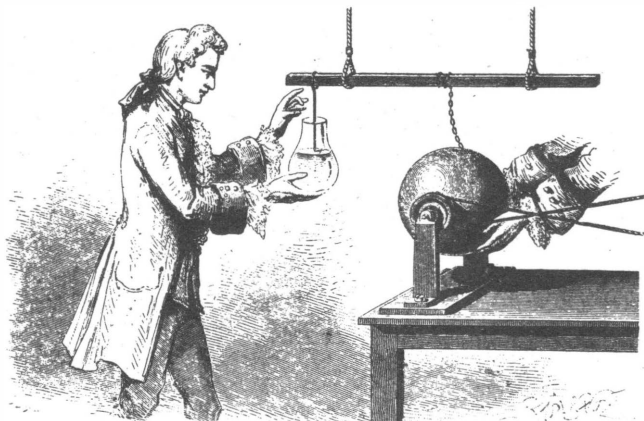
La bottiglia di Leyda, che ha ora importanza puramente storica, è costituita da un recipiente di vetro, le cui pareti, esterna ed interna, costituiscono il dielettrico del condensatore. Le due armature del condensatore sono rappresentate da altrettanti rivestimenti di stagnola applicati dentro e fuori la bottiglia. All'interno della bottiglia sono presenti i ritagli di stagnola, che mantengono il contatto elettrico fra l'armatura interna e il reoforo esterno, terminante con un tappo sferico.

Della bottiglia di Leyda si conoscono anche esemplari a capacità variabile, nei quali è possibile estrarre più o meno l'armatura interna del condensatore, costituita da un cilindro metallico. E' superfluo aggiungere che per caricare una bottiglia di Leyda si mette a terra l'armatura esterna, e con il tappo sferico si tocca il conduttore della macchina generatrice di elettricità.

Il perfezionamento del condensatore è stato comunque realizzato da Alessandro Volta che, per primo, utilizzando un sottile strato di vernice isolante, riuscì ad elevare notevolmente la capacità di un condensatore costituito da due piatti metallici posti in contatto. I tecnici e gli scienziati di allora lo chiamarono « elettroforo », ma Alessandro Volta, nel 1782, scrisse: « ...io amo meglio chiamarlo condensatore ». E da allora il termine di condensatore divenne generale.

Le esperienze e le scoperte continuarono nel tempo, finchè nel 1845 il fisico italiano Carlo Matteucci costruì per primo il condensatore a pacchetto, con foglietti di mica alternati con foglietti metallici, e su quel principio costruttivo ancor oggi si realizzano molti tipi di condensatori fissi, cioè a capacità costante, largamente impiegati nel settore dell'elettronica.

Simbolismo

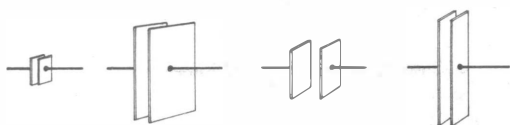
Non è possibile, allo stato attuale della tecnica, concepire un circuito radioelettrico senza l'inserimento di condensatori. Questi possono essere ridotti di numero e, in parte, sostituiti con altri ele-

Scarica istantanea di una bottiglia di Leyda mediante un eccitatore, che mantiene isolate le mani dell'operatore.

La storia dei primi esperimenti con la bottiglia di Leyda non è precisa su tale argomento. Sembra infatti che l'esperimento di Cunaeus, rappresentato in figura, abbia preceduto quello di Musschoenbroek.

menti, ma non possono mai essere eliminati; perchè ancora non si è trovato un sistema in grado di immagazzinare le cariche elettriche, di restituirle quando ve ne sia bisogno e, soprattutto, di bloccare le correnti continue, lasciando via libera a quelle alternate, cui appartengono, ad esempio, i segnali radio. Anche nei circuiti integrati, di nuovissima concezione tecnica, i condensatori vengono riprodotti, pur evitando le tradizionali tecniche costruttive, con sistemi elettrochimici moderni, ma i valori capacitivi raggiunti sono bassi e non possono adattarsi a tutti gli usi.

Dunque il condensatore esiste, perchè sempre presente nei circuiti elettronici, perchè insostituibile e sempre attuale. E chi si appresta ad assimilare i rudimenti della radio, deve ben conoscere questo importante componente nella sua composizione interna ed esterna, nel suo principio di funzionamento e nelle sue applicazioni pratiche. Ma ancor prima di ciò conviene conoscere il simbolismo del condensatore, perchè esso appartiene al vero linguaggio della radiotecnica e dell'elettronica; e occorre anche acquisire familiarità con le grandezze fisiche che permettono di valutare elettricamente ogni componente elettronico.

Nel linguaggio universale, il condensatore si indica disegnando due lineette parallele tra di loro, che trovano preciso riferimento nella realtà in quanto il condensatore più elementare è costituito da due lamine affacciate tra loro. Questo simbolo è generico, perchè esso subisce delle varianti quando il riferimento è fatto con un condensatore, fisso o variabile, con un condensatore elettrolitico o con un compensatore, che è da considerarsi come un condensatore semifisso, regolabile, di norma, per mezzo di una vite.

Armature e dielettrico

Ogni condensatore è costituito, nella sua espressione più semplice, da due lamine di materiale conduttore, affacciate l'una all'altra e separate da uno strato di materiale solido o gassoso (aria). Le due

Ogni condensatore è costituito, nella sua espressione più semplice, da due lamine di materiale conduttore, affacciate una all'altra, che prendono il nome di « armature ».

lamine vengono denominate le « armature » del condensatore, mentre il materiale isolante interposto è detto « dielettrico ».

La proprietà fondamentale del condensatore di accogliere e conservare cariche elettriche prende il nome di « capacità », e ciò per analogia con quanto si dice di un qualsiasi contenitore di sostanze liquide. L'unità di misura della capacità è detta « farad », ma in pratica questo valore è raramente usato, perchè troppo grande; nell'elettrotecnica e nell'elettronica si fa invece uso dei sottomultipli del farad: il millifarad, il microfarad ed il picofarad. Il farad viene definito, fisicamente, come il rapporto fra la carica di un « coulomb » e la differenza di potenziale di un « volt » misurata fra le armature del condensatore nelle quali si è accumulata la carica elettrica di un coulomb.

I condensatori possono essere a lamine piane, oppure avvolte in modo da assumere la forma di un cilindro e possono avere anche altre forme.

I dielettrici interposti fra le armature di un condensatore possono essere di varia natura: aria, vetro, mica, carta, ebanite, celluloide, olio, ceramica, oppure uno strato sottilissimo di ossido depositato elettroliticamente sulla superficie di una delle armature, per esempio, di alluminio. Il valore capacitivo di un condensatore può essere determinato da vari fattori, come la forma e la superficie delle armature, la loro vicinanza e anche la natura del dielettrico interposto. A tal proposito giova ricordare che più grandi sono le superfici delle armature, maggiore è la capacità del condensatore; più vicine sono le armature, maggiore è la capacità.

Varietà di condensatori

La prima suddivisione fondamentale che si può fare di tutti i condensatori, attualmente prodotti dall'industria e montati nei circuiti elettrici, comprende la categoria dei condensatori variabili e quella dei condensatori fissi. I primi presentano la caratteristica fondamentale di variare il loro valore capacitivo in conseguenza di una semplice operazione meccanica esterna; i secondi mantengono costante il loro valore capacitivo.

Esiste peraltro una terza, grande categoria di condensatori semifissi, nei quali il valore capacitivo vien fatto variare di quando in quando, per mezzo di un'azione meccanica esterna; questo tipo di condensatori prende il nome specifico di « compensatori ». Nella categoria dei condensatori variabili il concetto costruttivo rimane pressochè lo stesso; quel che varia, tra un componente e l'altro, è la forma, il modo con cui varia la capacità e i limiti fra cui la capacità stessa si estende. Può variare anche la natura del dielettrico, che può essere rappresentato dall'aria, dalla mica o dalla celluloide. Nei ricevitori radio di tipo commerciale, ad esempio, i condensatori variabili sono formati da un certo numero di lamine fisse e mobili con interposta, in veste di dielettrico, l'aria. Nei piccoli ricevitori radio sperimentali, realizzati per scopi dilettantistici o ricreativi, il dielettrico è rappresentato da un certo numero di foglioline di mica o di celluloide.

I condensatori fissi assumono forme diverse e possono essere diversamente costruiti. In elettronica vengono largamente impiegati i condensatori fissi, ceramici, in polistirolo, a carta, paraffinati, a mica, elettrolitici. Naturalmente i condensato-

ri fissi di basso valore capacitivo sono di piccole dimensioni, mentre i condensatori di elevato valore capacitivo assumono forme di dimensioni maggiori, compatibilmente con il progresso della tecnica industriale.

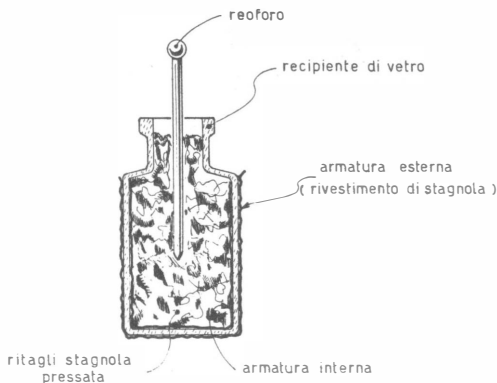
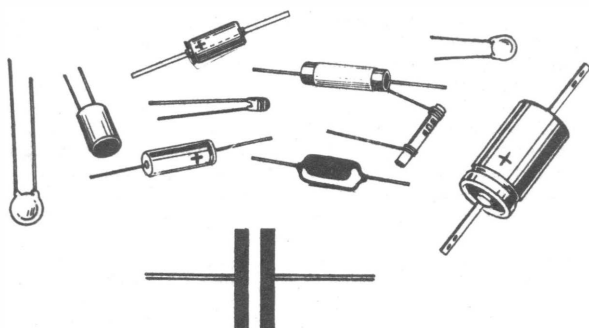
I condensatori elettrolitici si differenziano da tutti gli altri tipi di condensatori per le loro caratteristiche costruttive. Essi infatti vengono realizzati tenendo conto del classico principio degli elettroliti.

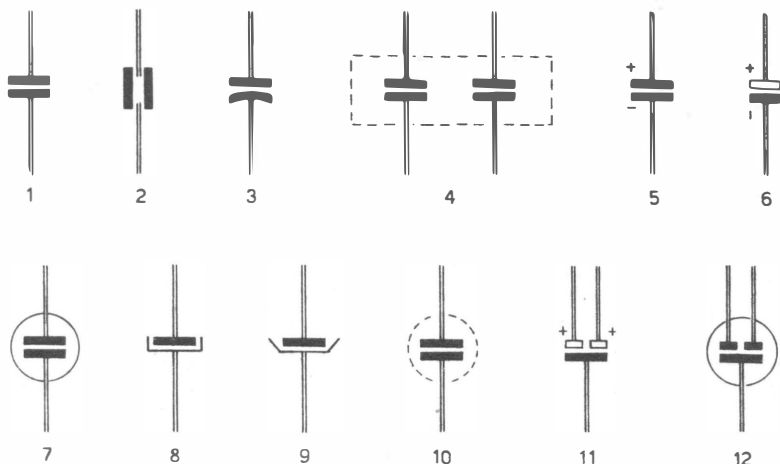
In questi particolari tipi di componenti elettronici si approfitta del fatto che molti ossidi metallici sono isolanti. Basta ossidare una lastra di alluminio perchè sopra di essa si formi una pellicola isolante molto sottile. Ponendo poi sopra questa lastra una seconda lastra di alluminio le due lastre risultano separate da una pellicola isolante, e risultano in pari tempo vicinissime tra loro. Su questo principio si basano i condensatori elettrolitici, che sono adatti per raggiungere valori capacitivi molto elevati.

Nei condensatori elettrolitici sono presenti due nastri di alluminio, di cui uno è di grande purezza ed è quello sul quale si deposita la pellicola di ossido. Sopra la pellicola di ossido, che tende spontaneamente a ridursi e a scomparire durante il funzionamento del condensatore, viene posto un elettrolita gelatinoso, che ha lo scopo di conservare la pellicola di ossido. Questo elettrolita è costituito da un composto di borato di sodio o di ammonio, con acido borico, glicerina e amido. L'elettrolita viene spalmato su un nastro di carta porosa o di altra sostanza parimenti porosa. Con questo sistema di composizione del condensatore elettrolitico, l'elettrolita rimane immobilizzato e presente lungo tutta la lunghezza dei due nastri di alluminio.

In pratica, i due nastri di alluminio rimangono distanziati tra di loro molto di più di quanto avviene nei condensatori a carta, ma bisogna considerare che il secondo nastro di alluminio, quello di minor purezza, svolge il compito di applicare la tensione all'elettrolita, che rappresenta, in realtà, il vero secondo elettrodo del componente. Infatti, l'elettrolita è un buon conduttore e non è proprio necessario che i due elettrodi del condensatore siano della stessa natura; essi debbono necessariamente essere due conduttori, anche di natura diversa, come ad esempio metallo e liquido o metallo e gelatina; quest'ultimo è il caso dei normali condensatori elettrolitici.

In virtù del fenomeno dell'elettrolisi, sul nastro di alluminio di grande purezza avviene la formazione della pellicola di

Esempio di condensatore rudimentale che ricorda, alla lontana, la classica bottiglia di Leyda. L'armatura interna del condensatore è rappresentata da un insieme di ritagli di stagnola pressata, mentre l'armatura esterna è costituita da un rivestimento di stagnola applicato alla superficie esterna del recipiente di vetro.

La prima suddivisione fondamentale che si può fare di tutti i condensatori comprende la categoria dei condensatori variabili e quella dei condensatori fissi, rappresentati in figura, che mantengono costante il loro valore capacitivo.

Simbolismo universale dei condensatori: 1) condensatore fisso di qualunque tipo; 2) condensatore passante; 3) compensatore; 4) condensatore doppio; 5) condensatore elettrolitico; 6) altro simbolo di condensatore elettrolitico; 7) simbolo poco usato di condensatore fisso; 8) condensatore elettrolitico; 9) altro simbolo di condensatore elettrolitico; 10) simbolo poco usato di condensatore fisso; 11) condensatore elettrolitico doppio; 12) condensatore fisso doppio.

ossido, purchè a questo nastro venga applicata la tensione positiva, mentre all'altro nastro, o alla gelatina, viene applicata la tensione negativa. Ecco interpretato il motivo per cui i condensatori elettrolitici sono componenti polarizzati, cioè muniti di un morsetto positivo e di uno negativo. Invertendo l'ordine di applicazione delle due tensioni sui morsetti del condensatore elettrolitico, si corre il rischio di distruggere in breve tempo questo componente elettronico.

Per quanto finora detto è facile intuire che la formazione della pellicola di ossido avviene di continuo finchè il condensatore rimane sotto tensione, e ciò vuol anche significare che, da un nastro all'altro, fluisce una certa quantità di corrente elettrica, che è necessaria per la realizzazione del fenomeno dell'elettrolisi.

La sostanza gelatinosa del condensatore elettrolitico, che rappresenta l'elettrolita, non ha, allo stato attuale della tecnica, una durata indefinita; essa si esaurisce col passare del tempo e con il continuo riformarsi della pellicola di ossido. Quando l'elettrolita si è del tutto esaurito, non si ha più formazione di pellicola di ossido, oppure quest'ultima si assottiglia tanto da lasciare scoperte alcune zone superficiali. Tra il nastro positivo e la sostanza gelatinosa del condensatore elettrolitico si stabilisce, in questo caso, un contatto diretto, che pone il condensatore elettrolitico in cortocircuito. Anche la capacità del condensatore diminuisce col passare del tempo, perchè la sostanza gelatinosa si asciuga, determinando un precario contatto con la pellicola di ossido; è come se si verificasse un allontanamento tra le armature del condensatore, il che equivale ad una diminuzione del valore capacitivo del componente.

In tutti i condensatori elettrolitici vengono indicati, normalmente, almeno due valori: quello capacitivo e quello relativo alla tensione di lavoro. In taluni componenti è riportato anche un terzo valore: quello relativo alla tensione di punta (Vp). La tensione di lavoro sta ad indicare il valore esatto del voltaggio che si può applicare sui terminali del componente. Sottoponendo un condensatore elettrolitico ad una tensione di lavoro di valore superiore a quello indicato dal costruttore, si provoca un aumento della corrente e del fenomeno dell'elettrolisi, che contribuiscono ad un ispessimento della pellicola di ossido e, quindi, ad una diminuzione del valore capacitivo del condensatore. Ma i condensatori elettrolitici possono sopportare, senza danno, per qualche istante, eventuali aumenti di tensione, sino ai valori indicati dal costruttore con la sigla Vp.

Capacità del condensatore

La carica elettrica, che un dato condensatore viene ad assumere, dipende unicamente dalla tensione esistente fra le armature. Peraltro, due o più condensatori diversi, quando vengono caricati tutti fino a raggiungere la medesima tensione, assumono in generale sulle rispettive armature delle quantità di elettricità differenti.

Si esprime brevemente questo fatto dicendo che i vari condensatori hanno una « capacità » diversa, e precisamente una capacità maggiore quelli che per una data tensione assumono sulle armature una carica elettrica maggiore, e capacità minore invece quelli che assumono una carica elettrica minore.

D'altra parte, per uno stesso condensatore, la quantità di elettricità (o carica elettrica), che si trova addensata sulle armature, è proporzionale in ogni caso alla tensione esistente fra un'armatura e l'altra: ossia, comunque si vari lo stato di carica di un dato condensatore, la carica elettrica dislocata sulle armature e la corrispondente tensione fra una armatura e l'altra, aumentano o diminuiscono in proporzione. Ne segue che il rapporto tra la carica elettrica « Q » e la tensione « V » rimane sempre costante, e costituisce una grandezza fisica caratteristica, che ha un valore determinato per ogni singolo condensatore; questo rapporto viene assun-

Questi tipi di condensatori, di attuale concezione tecnica e di elevata precisione, vengono usati nei circuiti di alta frequenza di tutti gli apparati radioelettrici. La diversa posizione dei due terminali, lungo il corpo del componente, distingue il collegamento con l'armatura interna e quella esterna (terminale distanziato da una delle due estremità).

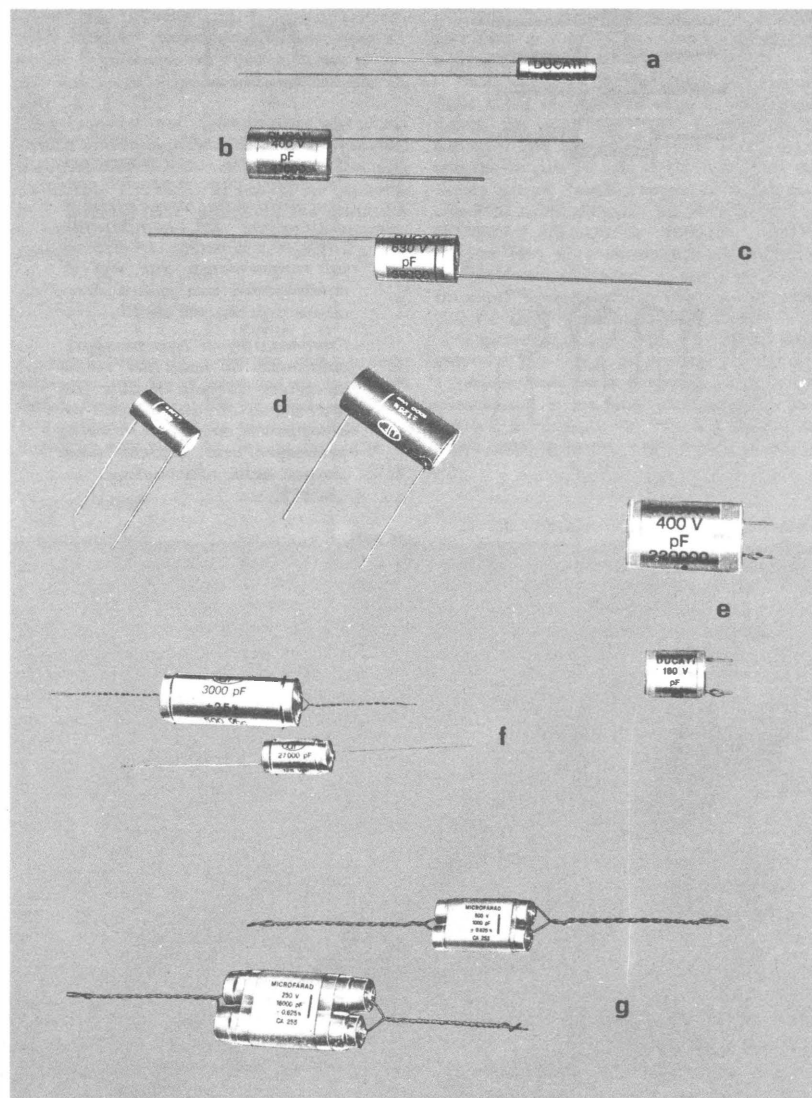
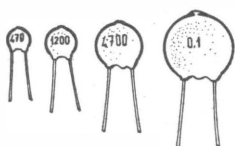
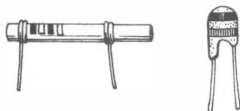
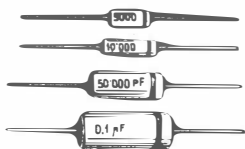
to per definire la capacità « C » del condensatore ponendo senz'altro:

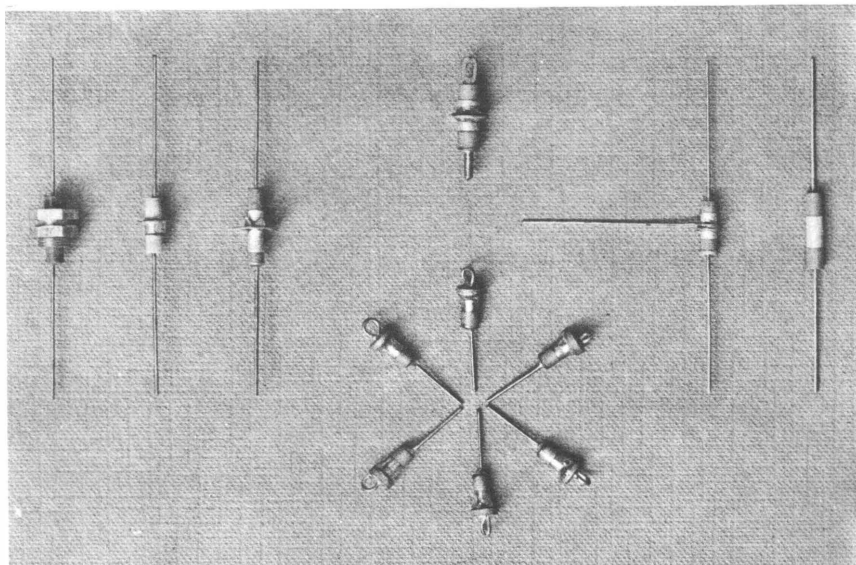
$$C = \frac{Q}{V}$$

nella quale « C » è la capacità del condensatore, « Q » è la carica elettrica espressa in coulomb e « V » è la tensione espressa in volt.

In tal caso si viene a definire la capacità di ogni condensatore mediante la carica elettrica che esso assume, rapportata all'unità di tensione. Cioè la capacità viene definita mediante la quantità di elettricità che viene a trovarsi contrapposta sulle armature, positiva sull'una e negativa sull'altra, quando esiste fra di esse la tensione di un volt. Poichè il « coulomb » rappresenta l'unità di misura della quantità di elettricità o di carica elettrica corrispondente ad un ampere al secondo, si può dire che la capacità di un condensatore esprime in generale quel numero co-

Alcuni tipi di condensatori fissi di uso comune e di moderna fabbricazione: a) condensatore in film poliestere; b) condensatore in film poliestere con terminali per circuiti stampati; c) condensatore in film poliestere con terminali assiali; d) condensatori professionali in polistirolo per circuiti stampati; e) condensatori in film poliestere con reofori in piattina di rame stagnato; f) condensatori professionali in polistirolo, che trovano largo impiego in telefonia ed in radiotrasmissione; g) condensatori professionali in polistirolo adatti per apparecchiature di controllo e regolazione industriale.

a
DUCATI
b
400 V
pF
c
630 V
pF
d
e
400 V
pF
DUCATI
160 V
pF
f
3000 pF
27000 pF
g
MICROFARAD
MICROFARAD
250 V
16000 pF
CA 255

Normalmente, coll'aumentare del valore capacitivo del condensatore, aumentano anche le dimensioni del componente (disegni a sinistra). In alto sono rappresentati due tipi di condensatori con valore capacitivo espresso in codice.

Condensatori di tipo passante, comunemente usati per cortocircuitare segnali di alta frequenza nei circuiti di quei radioapparati nei quali occorre procedere con cautela nella pratica della schermatura.

stante di coulomb che devono essere di volta in volta dislocati sulle armature affinchè la tensione tra l'una e l'altra si elevi ogni volta e progressivamente di un volt.

La capacità dei condensatori viene misurata conseguentemente in coulomb per volt (coulomb/volt). In memoria del fisico inglese « Faraday », l'unità di capacità così definita viene designata col nome internazionale « farad », ponendo precisamente:

$$1 \text{ farad} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ volt}}$$

Così dicendo, ad esempio, che un dato condensatore ha la capacità di 1/1000 di farad (oppure 1/1000 di coulomb/volt) si esprime il fatto che quel condensatore viene ad assumere fra le sue armature la

Nel disegno è dato a vedere il sistema di composizione interna di un condensatore di tipo a carta, che rappresenta il dielettrico del componente. Le due armature sono costituite da due strisce di alluminio.

quantità di elettricità di 1/1000 di coulomb per ogni volt di tensione.

In generale se un dato condensatore ha la capacità « C », vuol dire che se esso viene caricato fino a raggiungere tra un'armatura e l'altra la tensione « V », sulle armature viene a trovarsi contrapposto una quantità di elettricità:

$$Q = C \times V$$

La capacità di un condensatore dipende: dall'estensione delle superfici affacciate delle armature; dalla distanza che separa le armature e dal tipo di dielettrico interposto.

Un condensatore avrebbe la capacità di un farad qualora potesse assumere la carica di un coulomb per ogni volt di tensione fra le armature: per ottenere questo risultato si richiederebbe un condensatore con armature di estensione enorme e praticamente irrealizzabile.

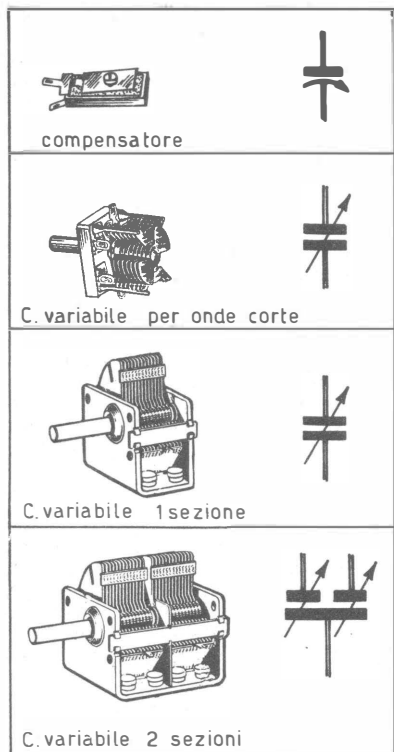
Basti pensare, infatti, che la capacità della terra si aggira intorno ai 708 microfarad. Ciò vuol dire che, in pratica, la capacità dei condensatori in uso è sempre molto più piccola di un farad: un milionesimo di farad rappresenta già una capacità assai elevata, perchè l'ordine di grandezza più comune delle capacità discende fino ai milionesimi ed anche ai miliardesimi di farad. Il milionesimo di farad si designa col nome di « microfarad » e si indica con il simbolo μF.

Il microfarad è l'unità di misura della capacità più usata in pratica per definire i condensatori; peraltro, nelle formule che esprimono le cariche elettriche in coulomb e le tensioni in volt, le capacità devono sempre essere espresse in farad.

Anche la superficie terrestre costituisce la armatura di un condensatore, la cui seconda armatura non è formata, come erroneamente si crede, dalle stelle, bensì dal pulviscolo e in genere dagli invisibili portatori di elettricità di cui è piena l'atmosfera.

La superficie terrestre si comporta da elettrodo negativo, mentre gli strati dell'atmosfera agiscono da elettrodo positivo.

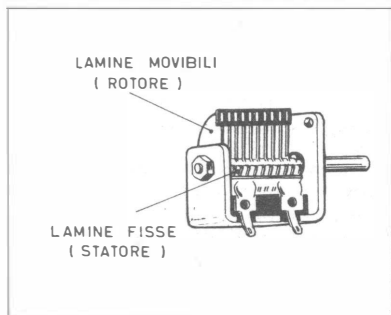
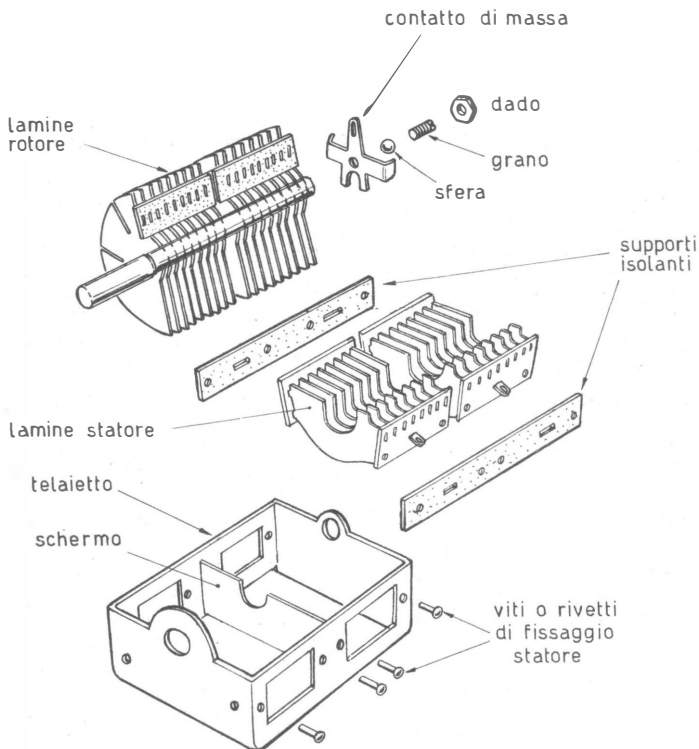
Non si può calcolare con esattezza la capacità elettrica della terra, poichè uno degli elettrodi è gassoso. Comunque è uso calcolarla con la seguente formula:

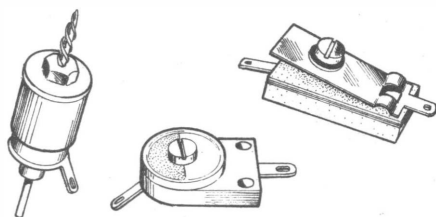
$$\text{Capacità della Terra} = \frac{\text{raggio della terra}}{\text{unità di capacità}}$$

Per l'applicazione di tale formula, dato che il raggio della terra viene espresso con una unità di misura di lunghezza (nel nostro caso in centimetri) non si può esprimere la capacità con la nota unità di misura, cioè il farad; la capacità dovrà quindi essere espressa in centimetri. E con tale unità di misura vengono talvolta designati, da taluni costruttori stranieri, i valori capacitivi dei condensatori.

Poichè un farad corrisponde a 899 miliardi di centimetri, è facile applicare la formula e concludere che la capacità della terra è di 708 microfarad.

Usi del condensatore

Teoricamente il condensatore, come è stato detto, è formato da due superfici, affacciate tra di loro a breve distanza e separate da un isolante o dielettrico. Ma nella realtà i condensatori appaiono sotto aspetti molto diversi tra loro, e la costituzione del condensatore dipende dal particolare impiego che di esso viene fatto in un determinato punto di un circuito radioelettrico.

Il condensatore di maggiore importanza, presente in quasi tutti gli apparati radioelettrici, è il « condensatore variabile »; questo condensatore può essere composto da una o più sezioni ed è formato da un insieme di lamine fisse, che formano lo « statore », e da un insieme di lamine mobili che formano il « rotore ».

Il condensatore variabile è un componente che risulta montato in quasi tutti gli apparati radioriceventi. Esso è composto da due insiemi di armature fisse e mobili. Questi tipi di condensatori possono essere ad una, due e più sezioni. Il compensatore è un condensatore variabile che viene regolato, in sede di taratura, una volta per tutte; esso viene montato nei circuiti di alta frequenza degli apparecchi radio.

Vista in « esploso » di un condensatore variabile a due sezioni. L'intera carcassa metallica e l'insieme delle lamine mobili, che compongono le due sezioni del componente, costituiscono il conduttore unico di massa che, in sede di montaggio, verrà intimamente collegato con il telaio metallico dell'apparato.

I condensatori che vengono usati in maggiore quantità sono quelli a mica, ceramici, a pasticca; un altro tipo di condensatore, molto usato, e in grado di sopportare tensioni elevate è il condensatore a carta. Il condensatore elettrolitico è quello che è destinato ad immagazzinare una grande quantità di cariche elettriche; esso è presente nei circuiti di alimentazione dei ricevitori radio e può assumere forme diverse. Nei condensatori elettrolitici il dielettrico è costituito da una pellicola di ossido che viene a formarsi su una delle due superfici affacciate di due

Alcuni tipi di compensatori di uso comune negli apparati radioelettrici. Questi componenti trovano impiego soltanto nei circuiti di alta frequenza. Il primo, a sinistra, viene chiamato compensatore di tipo a chiocciola.

nastri di alluminio. Sui terminali dei condensatori elettrolitici è sempre indicata la polarità, per cui un terminale deve essere collegato al potenziale positivo, l'altro al negativo. L'inversione della polarità danneggerebbe irreparabilmente il condensatore.

In generale, su tutti i condensatori elettrolitici il terminale positivo del componente si trova da quella parte in cui, sull'involucro esterno, è riportata una

Microcompensatori di valori capacitivi compresi tra 4,5 e 20 pF. La regolazione della capacità si ottiene facendo ruotare la vite applicata in testa ai componenti.

crocetta (+), mentre il terminale negativo si trova da quella parte in cui, sempre sull'involucro esterno del componente, è riportato un trattino (−). In taluni tipi di condensatori elettrolitici, il terminale positivo si trova da una parte, ed appare completamente isolato, mentre il terminale negativo si trova all'estremità opposta e risulta in intimo contatto elettrico con l'involucro metallico esterno del componente. In taluni tipi moderni di condensatori elettrolitici, il terminale positivo è rappresentato da un conduttore più lungo di quello negativo. Nei condensatori elettrolitici doppi o tripli (condensatori nei quali sono incorporati due o tre condensatori), sono presenti due o tre terminali positivi, mentre vi è un unico conduttore negativo, comune per i due o i tre condensatori; anche in questo caso il conduttore negativo si trova in intimo contatto elettrico con l'involucro esterno del componente. Sull'involucro esterno della maggior parte dei condensatori impiegati nei circuiti radioelettrici viene sempre indicato il valore capacitivo e il valore della tensione massima alla quale possono venire sottoposti; il corretto impiego di un condensatore impone di non oltrepassare mai il limite della sua tensione di lavoro, giacchè tensioni più elevate finirebbero col perforare il dielettrico, danneggiando il condensatore. In alcuni tipi di condensatori ceramici, il valore capacitivo del componente viene rilevato mediante lettura con il codice dei colori.

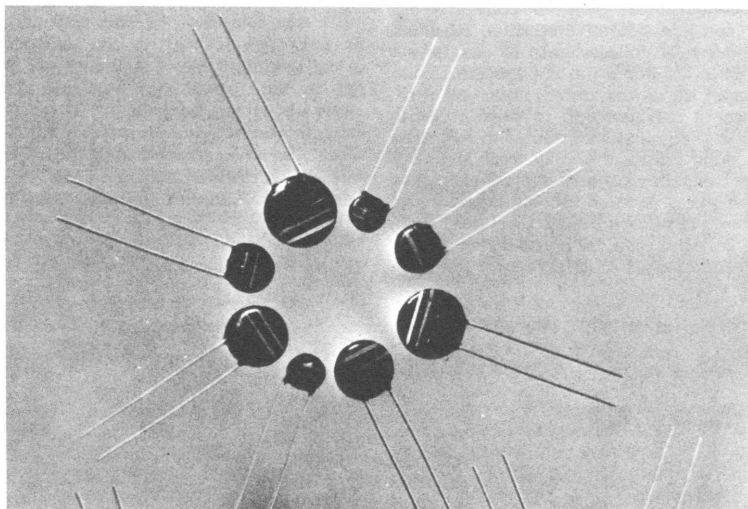
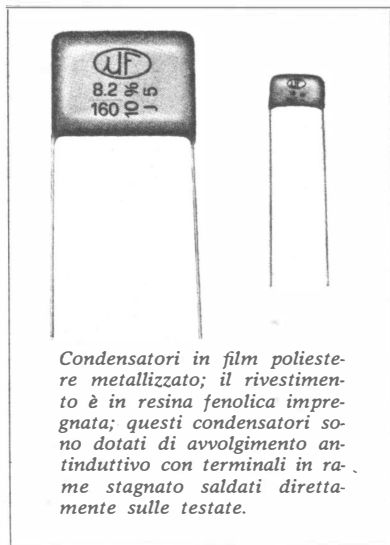
Il condensatore variabile, nei circuiti radioelettrici, è sempre presente all'entrata e concorre, unitamente ad una bobina, alla composizione del circuito di sintonia. Le variazioni manuali di capacità del condensatore variabile creano delle variazioni delle caratteristiche radioelettriche del circuito di sintonia, facendo variare il valore della frequenza di accordo. I condensatori elettrolitici trovano impiego in tutti quei circuiti nei quali necessita operare un livellamento di una tensione unidire-

zionale. I condensatori ceramici, in polistirolo, a carta, servono invece per accoppiare e disaccoppiare tra loro i vari circuiti, oppure per mettere in fuga tensioni indesiderabili o superflue.

Il principio di accoppiamento per mezdi un condensatore di due stadi radioelettrici consiste in ciò: attraverso i condensatori possono fluire soltanto le correnti alternate, che sono quelle rappresentative dei segnali radio, mentre non possono fluire le correnti continue che, generalmente, sono quelle che provvedono ad alimentare gli elettrodi delle valvole.

Facendo riferimento al funzionamento normale di una qualsiasi valvola elettro-

Condensatori in film poliestere metallizzato; il rivestimento è in resina fenolica impregnata; questi condensatori sono dotati di avvolgimento antinduttivo con terminali in rame stagnato saldati direttamente sulle testate.

Il valore capacitivo, nei condensatori di tipo a pasticca, può essere direttamente impresso sul corpo del componente, ma può essere anche indicato per mezzo di alcune fascette colorate, che trovano un preciso riferimento con il codice relativo. Questi tipi di condensatori sono i più comunemente usati nei circuiti stampati.

Ogni circuito oscillante è sempre composto da una induttanza e da una capacità: il condensatore quindi concorre sempre alla formazione dei circuiti oscillatori, come ad esempio quello di sintonia.

nica, si rileva che il segnale amplificato esce dalla placca, sulla quale è anche applicata la tensione continua di alimentazione anodica.

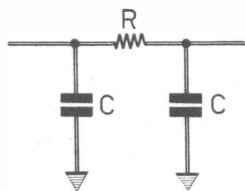
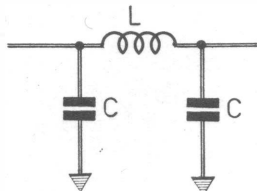
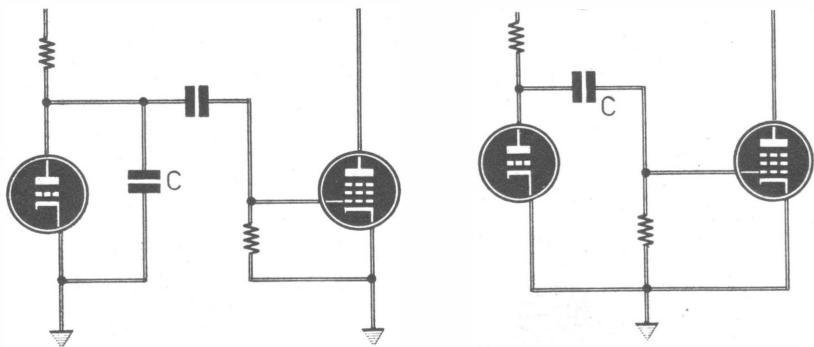
La presenza del condensatore fra l'uscita di una valvola (placca) e l'entrata di una valvola successiva (griglia) impedisce alla corrente anodica continua di raggiungere la griglia della valvola successiva, mentre permette il passaggio dei segnali radio (correnti alternate) dalla placca della valvola precedente alla griglia controllo della valvola successiva.

Collegamento di condensatori

I condensatori possono collegarsi tra loro con due sistemi diversi: in parallelo e in serie. Il collegamento in parallelo è quello in cui due o più condensatori sono collegati tra di loro uno di fianco all'altro, mentre il collegamento in serie è quello in cui i condensatori vengono collegati uno dopo l'altro. Per conoscere il valore della capacità risultante dal collegamento di un certo numero di condensatori, si debbono applicare talune formule.

Il collegamento in parallelo di due o più condensatori è certamente il più semplice, quello che non richiede l'applicazione di speciali formule matematiche, in quanto è possibile determinare il valore della capacità risultante semplicemente sommando tra di loro tutti i valori delle capacità che concorrono al collegamento. Si può dire quindi che il valore capacitivo di più condensatori collegati in parallelo è dato dalla somma delle capacità singole. Tale concetto si spiega facilmente: nel collegamento in parallelo di due o più condensatori, tutte le armature con cariche elettriche di uno stesso segno risultano elettricamente connesse tra di loro, e risultano pure connesse tra di loro tutte le armature sulle quali sono condensate le cariche elettriche di segno opposto. Pertanto il risultato è evidente: si ottiene un unico condensatore costituito di due sole armature le cui superfici risultano essere la somma delle superfici dei vari condensatori che partecipano al collegamento in parallelo.

Mentre il calcolo della capacità risultante di un insieme di due o più condensatori collegati in parallelo tra di loro è assai semplice, perchè si tratta di eseguire una semplice operazione di addizione dei valori capacitivi che concorrono al collegamento, per i condensatori collegati in serie tra di loro il calcolo si presenta un po' più complicato; si tratta infatti, in questo secondo caso, di applicare talune formule algebriche, peraltro semplici ed accessibili anche a coloro che non hanno una specifica preparazione algebrica.

Se i condensatori collegati tra di loro in serie hanno lo stesso valore capacitivo,

In tutti i circuiti di filtro sono sempre presenti due condensatori, collegati a monte e a valle della resistenza di filtro R o della induttanza L.

A seconda della loro sistemazione nei vari punti di un circuito radioelettrico, i condensatori possono assumere denominazione diversa. Nello schema teorico, a sinistra, il condensatore C prende il nome di « condensatore di fuga ». Nello schema teorico, a destra, il condensatore C assume la denominazione di « condensatore di accoppiamento »: esso blocca la corrente continua di alimentazione della prima valvola, mentre permette il passaggio dei segnali radio da una valvola all'altra.

allora la capacità risultante è data dalla seguente formula:

$$C = \frac{C1}{N}$$

in cui C rappresenta il valore capacitivo risultante dal collegamento in serie di N condensatori; C1 rappresenta il valore capacitivo di un solo condensatore, mentre N è il numero dei condensatori che partecipano al collegamento.

Se i condensatori collegati in serie hanno valori capacitivi diversi e sono solo due, vale la seguente formula:

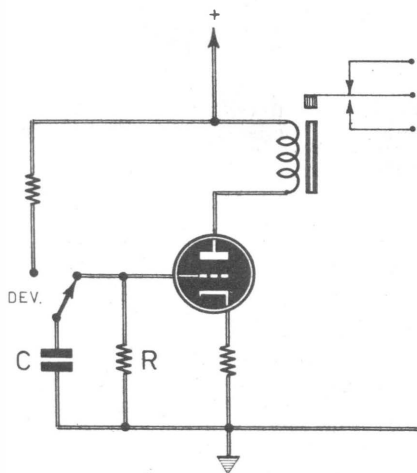
$$C = \frac{C1 \times C2}{C1 + C2}$$

Ma i condensatori possono essere più di due e allora occorre applicare la seguente formula:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3} + \ldots\ldots}$$

Queste formule valgono per i collegamenti in serie e in parallelo di tutti i tipi di condensatori, anche dei condensatori elettrolitici. Per questi ultimi componenti, peraltro, il collegamento di due o più condensatori può interessare anche agli effetti della tensione di lavoro risultante. Per ottenere, infatti, una tensione di lavoro più elevata, si può facilmente risolvere il problema collegando, in serie tra di loro, più condensatori elettrolitici identici; generalmente se ne collegano due soltanto.

In pratica, il collegamento in serie dei condensatori elettrolitici presenta le seguenti caratteristiche:

1) La carica Q assunta dall'insieme è uguale a quella di un condensatore.

In questo esempio di circuito elementare di un « timer » il condensatore C viene denominato « condensatore di carica »; i tempi di chiusura ed apertura del relè, collegato nel circuito anodico della valvola, dipendono essenzialmente dalle caratteristiche elettriche del condensatore.

2) La tensione si distribuisce in ragione inversa della capacità:

$$V = \frac{Q}{C}$$

3) La capacità dell'intero collegamento, quando si tratta di condensatori elettrolitici di identico valore capacitivo, è uguale a quella di un solo condensatore divisa per il numero dei condensatori che partecipano al collegamento di serie.

Con due condensatori da 32 μF collegati tra di loro, si ottiene una capacità pari a 32 : 2 = 16 microfarad; la tensione sui terminali del circuito risulta allora moltiplicata per due. Per esempio, se ognuno dei due condensatori sopporta la tensione di 550 volt, l'insieme sopporterà la tensione di 550 x 2 = 1.100 volt. Il sistema avrebbe tutti i requisiti tecnici necessari per garantire il perfetto funzionamento se non vi fosse un inconveniente; le correnti di fuga dei condensatori sono molto disuguali e la tensione totale, per tale motivo, non risulta uniformemente ripartita lungo il collegamento dei condensatori: uno dei condensatori può risultare soggetto ad una tensione di valore di gran lunga superiore a quello della tensione di lavoro e ciò può provocare un cortocircuito nel condensatore stesso. Per tale motivo occorre collegare, in parallelo a ciascun condensatore, una resistenza di valore inferiore alla resistenza di isolamento del condensatore; da 100.000 a 200.000 ohm - 1/2 watt.

In tal modo la corrente che attraversa le resistenze è molto più elevata della corrente di fuga dei condensatori; la tensione totale, in virtù di tale accorgimento, risulta uniformemente ripartita fra ciascuna resistenza e, quindi, fra ciascun condensatore; se le resistenze hanno il medesimo valore esse sono percorse dalla stessa corrente.

Lettura dei valori capacitivi

In taluni tipi di condensatori, di attuale produzione industriale, il valore capaciti-

vo ad altre caratteristiche tecniche relative al componente, viene indicato per mezzo di fascette, anelli o punti colorati, che trovano immediato riferimento con il cosiddetto codice di lettura. Dunque, per conoscere l'esatto valore capacitivo di questi tipi di condensatori occorre mandare a memoria il codice, oppure averlo sempre sottomano là dove si lavora.

Per interpretare il codice a colori che caratterizza i colori capacitivi dei condensatori occorrono distinguere tre casi diversi:

1° Caso: sul corpo dei condensatori sono presenti cinque colori (occorre servirsi della seguente tabella):

Colore	Coeff. di temper.	1ª cifra	2ª cifra	Moltiplic. del pF.	Tolleranza
nero	N P 0	0	0	1	± 20%
marrone	N/30	1	1	10	± 1%
rosso	N/80	2	2	100	± 2%
arancione	N/150	3	3	1000	± 2,5%
giallo	N/220	4	4	10000	—
verde	N/330	5	5	100000	± 5%
blu	N/470	6	6	1000000	—
viola	N/750	7	7	—	—
grigio	—	8	8	0,01	—
bianco	P/100	9	9	0,1	± 10%

La prima cifra viene letta a partire dalla striscia di colore più vicina all'estremità del condensatore o dalla parte senza terminali.

Che cosa significano le sigle NP0 o N/330 o P/100?

Questi simboli rappresentano il coefficiente di temperatura che viene indicato quando il condensatore con il variare della temperatura del suo corpo, varia anche la sua capacità in farad (o picofarad). La lettera N sta ad indicare una variazione negativa, mentre la lettera P indica una variazione positiva della capacità: cioè, in altre parole, se c'è P vuol dire che se il condensatore si scalda, cioè aumenta di temperatura, la sua capacità aumenta con il crescere della temperatura.

Esempio: N/330 indica che se la temperatura aumenta di 10° (gradi centigradi), la capacità del condensatore diminuisce dello 0,330%: viceversa P/100 indica che per ogni 10° di aumento di temperatura la capacità del condensatore aumenta dello 0,100%.

NP0 invece significa che anche se la temperatura aumenta o diminuisce, non ci sono variazioni della capacità del condensatore. Il significato degli altri colori è uguale a quello usato per le resistenze.

Esempi. Si supponga che la successione dei colori sia: nero - marrone - verde - rosso - bianco: allora il primo colore (nero) sta a significare che il condensatore non cambia valore con il variare della temperatura (NP0); il secondo colore (marrone), indica il valore della prima cifra del numero che rappresenta la capacità del picofarad e cioè 1: il terzo colore indica la seconda cifra del numero che rappresenta il valore in picofarad: nel caso citato (verde) la seconda cifra è 5: il quarto colore rappresenta il numero di zeri da aggiungere alle cifre trovate: nell'esempio posto (rosso) il moltiplicatore è 100, per cui il valore della capacità è di 1500 pF; il quinto colore, al solito, indica la tolleranza, ossia rappresenta l'approssimazione con la quale può essere vero il valore del conden-

satore espresso dai colori: nell'esempio riportato (bianco) il condensatore ha tolleranza del 10% ossia il suo valore è compreso tra 1350 e 1650 pF.

Si supponga ancora di aver sotto mano un condensatore in cui i cinque colori si succedono nel seguente ordine: viola - giallo - viola - bianco - verde. Allora si ha: 1°) colore (viola N/750): il condensatore, per ogni dieci gradi d'aumento di temperatura, diminuisce la sua capacità dello 0,750%; 2°) colore (giallo): la prima cifra del condensatore è 4; 3°) colore (viola): la seconda cifra del condensatore è 7: 4°) colore (bianco): le due cifre trovate (47) devono essere moltiplicate per 0,1 e quindi si ha che il valore del condensatore è di 4,7 pF; 5°) colore (verde): la tolleranza della capacità del condensatore vale il 5%: cioè il valore del condensatore è di 4,7 ± 5% ossia 4,7 ± 0,2 pF (il suo valore è compreso tra 4,5 e 4,9 pF).

2° caso: sul corpo del condensatore sono presenti quattro colori.

In queste condizioni non è presente il valore del coefficiente di temperatura: quindi la lettura si esegue nel modo seguente:

Il 1° colore (quello dei due periferici più vicino all'estremità) indica il valore della prima cifra della capacità, con il codice del colore delle resistenze e dei condensatori già citato.

Il 2° colore indica il valore della seconda cifra della capacità.

Il 3° colore rappresenta il moltiplicatore, ossia il numero per il quale deve essere moltiplicato il numero dato dalle prime due cifre, come nel caso delle resistenze.

Il 4° colore indica la tolleranza.

3° caso: sul corpo del condensatore sono presenti solo 3 colori. In questo caso mancano sia la tolleranza sia il coefficiente di temperatura, e quindi i tre colori indicano il solo valore delle cifre significative e del moltiplicatore, come nel caso delle resistenze quando erano presenti tre soli colori.

Occorre stare attenti che in certi condensatori, detti « pin-up », rivestiti di ceramica, a volte pare che ci siano 2 o addirittura un colore soltanto. Ora, siccome non è facile separare le tre zone di colore, vuol dire che le fasce di colore sono unite; quindi non bisogna essere tratti in inganno: bisogna vedere se la fascia di colore è stretta o larga, e quindi vedere se con un colore solo si indicano due fasce insieme.

Per esempio nel condensatore da 220 pF pin-up ci sono solo due colori: rosso

e marrone; ma siccome la zona di rosso è più larga di quella del marrone, vuol dire che indica due colori, ossia 2 e 2; poi il marrone indica il moltiplicatore (10).

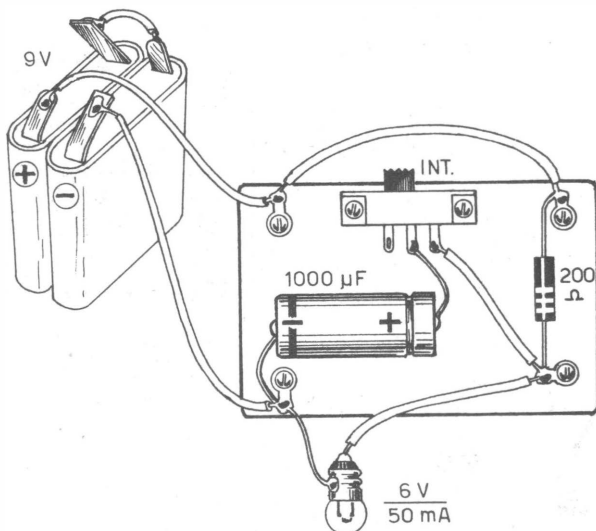
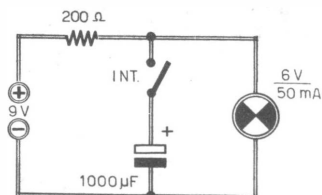
Inoltre se è presente un solo colore, per esempio rosso, allora vuol dire che i tre colori rappresentati in codice sono uguali, e quindi si ha il significato 2,2 e 100, ossia 2200 pF.

Esperimenti col condensatore

Per potersi convincere praticamente delle varie funzioni e delle caratteristiche elettriche dei condensatori, conviene effettuare con essi alcune esperienze che facciano « vedere » quanto è stato finora esposto in sede teorica.

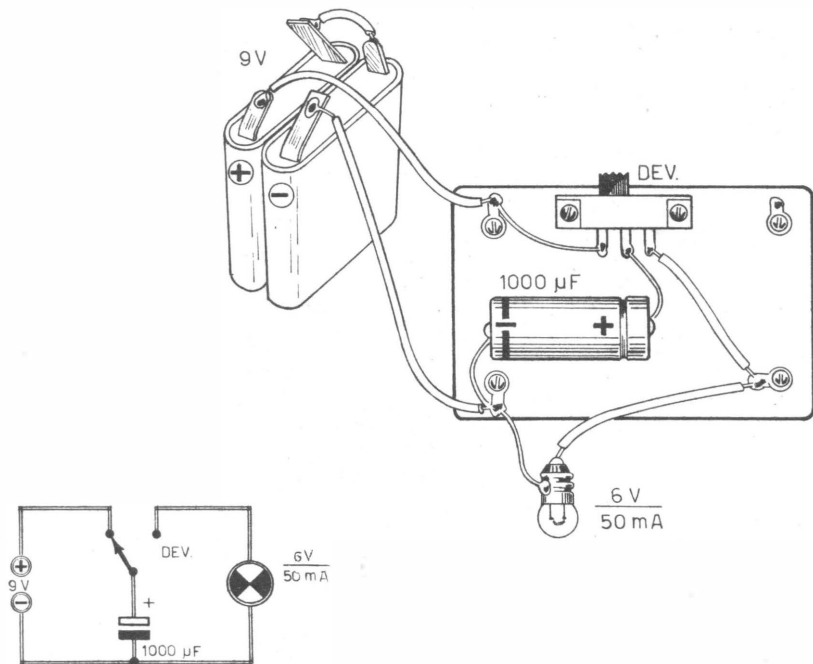
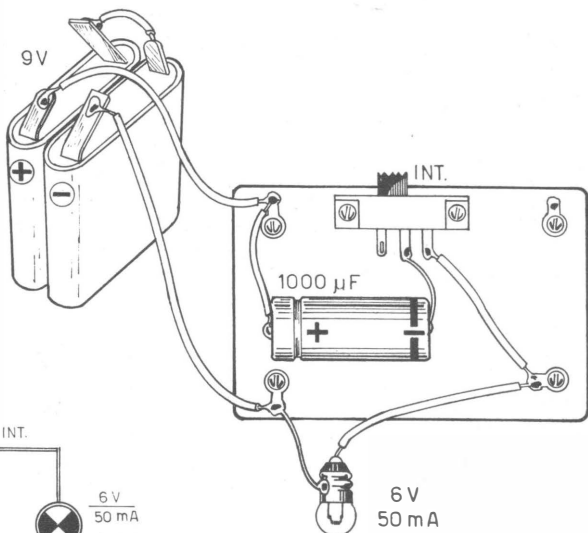
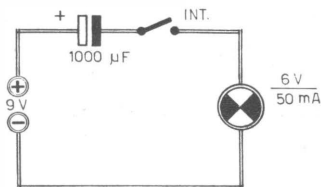
La conduttività elettrica di un condensatore per le sole correnti alternate può essere evidenziata per mezzo di un semplice circuito di alimentazione di una lampada ad incandescenza.

La pila di alimentazione, necessaria per questo esperimento, deve erogare una tensione continua di un valore superiore a quella di esercizio della lampada ad incandescenza. A tale scopo può servire una

La lampadina si accende debolmente attraverso la resistenza. Chiudendo l'interruttore si sottopone il condensatore elettrolitico alla tensione continua erogata dalle pile, e in tali condizioni la lampadina si spegne temporaneamente. Riportando l'interruttore nella posizione iniziale, la lampadina torna ad accendersi normalmente.

pila a 9 V, collegata ad una lampada a 6 V-50 mA, interponendo, in serie al circuito, una resistenza da 200 ohm. L'inserimento della resistenza si rende necessario per creare una caduta di tensione sui terminali della lampadina, in modo da evitare il flusso di una corrente eccessiva che potrebbe bruciare il filamento.

Il condensatore, che deve evidenziare il fenomeno di carica e quello di conduttività delle sole correnti variabili, viene inserito in parallelo alla lampada, collegando in serie ad esso un interruttore.

In un primo tempo, lasciando aperto l'interruttore, la lampadina si accenderà emettendo una certa intensità di luce, che non è quella normale di esercizio a

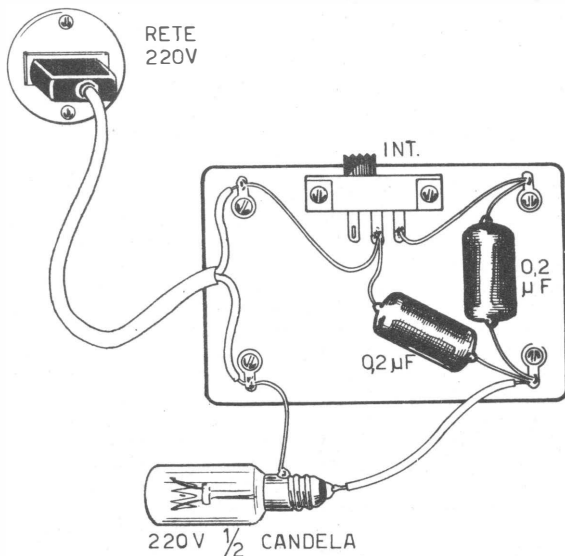
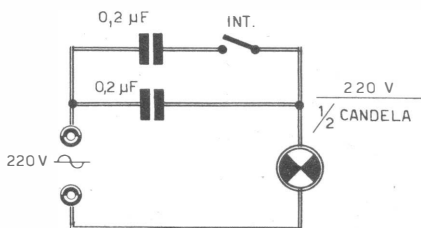
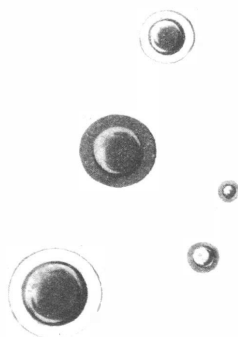
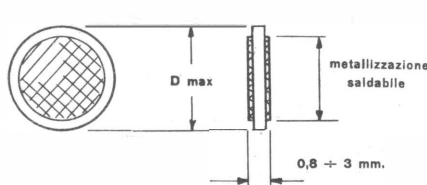
Il processo di carica di un condensatore elettrolitico può essere praticamente provato collegando, in un primo tempo, una pila sui terminali del componente e collegando poi il condensatore con una lampadina. Sfruttando l'energia elettrica immagazzinata dal condensatore, la lampadina si accenderà per un attimo.

Il condensatore è un componente che si lascia attraversare soltanto dalla corrente alternata e non da quella continua. Questo esperimento sta a provare praticamente tale concetto. Chiudendo l'interruttore la lampadina si accende per un attimo, ma poi rimane spenta.

causa della presenza della resistenza di caduta di tensione.
Chiudendo poi l'interruttore, si potrà notare uno spegnimento momentaneo della lampada. Perchè? Semplicemente perchè la corrente elettrica ha incontrato una nuova via di flusso attraverso il condensatore elettrolitico da 1000 µF. E ci si domanderà a questo punto in qual modo la corrente della pila, che è una corrente continua, possa scorrere attraverso il condensatore elettrolitico, dato che attraverso i condensatori, di qualunque tipo essi siano, non possono transitare le correnti continue. Occorre peraltro tener conto di un particolare elettrico di notevole importanza che si verifica all'atto della chiusura del circuito. Infatti, quando si agisce sull'interruttore, con lo scopo di chiudere il circuito, la tensione sui terminali del condensatore elettrolitico è nulla, cioè sale dal valore zero a quello di 9 volt in un determinato intervallo di tempo; durante questo tempo la corrente elettrica non può considerarsi continua, bensì variabile (variazione da 0 a 9 volt), e le correnti variabili, per quel che si sa dalla teoria del condensatore, attraversano agevolmente tutti i condensatori. Nell'esperimento citato esiste dunque un intervallo di tempo, sia pur breve, nel quale la corrente si riversa nel circuito composto dalla pila e dal condensatore elettrolitico, venendo a mancare nel ramo comprendende la lampadina, la quale subisce una repentina diminuzione nel processo di luminosità. Durante questo stesso intervallo di tempo le cariche elettriche si condensano sulle armature del condensatore, fino a che la tensione elettrica fra le arma-

ture stesse raggiunge il valore di 9 volt.

A partire da questo momento la corrente, divenuta continua, non potrà più attraversare il condensatore e riprenderà a scorrere nel ramo del circuito in cui è inserita la lampadina, la quale si accenderà nuovamente con la stessa intensità luminosa erogata nel caso in cui si mantenga aperto l'interruttore.

Se si dovesse applicare uno strumento misuratore di tensione, cioè un voltmetro, sui terminali del condensatore, immediatamente dopo l'apertura dell'interruttore, si potrebbe misurare la tensione di 9 V. Questa misura renderebbe evidente il fenomeno di carica del condensatore, quando questo viene inserito fra i morsetti di una sorgente di energia elettrica. La misurazione deve essere effettuata subito dopo l'apertura dell'interruttore, perchè altrimenti, col passare del tempo, la carica elettrica tende ad esaurirsi e la stessa tensione scenderebbe a valori più bassi.

Per poter evidenziare ulteriormente il

Il condensatore, come avviene per qualsiasi altro componente, oppone una certa resistenza al passaggio della corrente alternata, che prende il nome di « reattanza capacitiva ». La reattanza diminuisce coll'aumentare della capacità, come è dimostrato in questo esperimento.

Condensatori a disco saldabili a coefficiente di temperatura definito. Questi tipi di condensatori sono privi di connessioni e non sono isolati; l'argentatura stagnata è adatta alla saldatura diretta.

fenomeno di carica e scarica di un condensatore, si può effettuare ancora un esperimento, realizzando un circuito analogo a quello precedente, ma senza l'inserimento della resistenza di caduta e con l'impiego di un deviatore in sostituzione dell'interruttore. L'esperimento si esegue in due tempi successivi. In un primo momento, con il deviatore commutato a sinistra, in modo da chiudere il circuito composto dalla pila e dal condensatore elettrolitico, si sottopone il condensatore stesso alla tensione di carica, per alcuni istanti. Successivamente si commuta, con rapidità, il deviatore verso destra e si noterà un repentino bagliore nella lampada. La luminosità della lampada perdura soltanto per un attimo, cioè per quel brevissimo istante di tempo necessario al condensatore elettrolitico per scaricarsi quasi completamente.

L'esperimento con il quale si riesce ad evidenziare il fenomeno per cui la corrente continua non può attraversare i condensatori consiste nel collegare, in serie alla sorgente di corrente continua a 9 V e alla lampadina **a 6 V**, un condensatore elettrolitico da 1000 μF. Chiudendo il circuito per mezzo dell'interruttore, si noterà un brevissimo bagliore nella lampadina che, immediatamente dopo, si spegnerà e rimarrà spenta pur essendo chiuso il circuito di alimentazione. Il momentaneo accendersi della lampadina è dovuto all'istantaneo passaggio di corrente attraverso il condensatore elettrolitico durante il periodo di carica. Quando il condensatore è carico la corrente continua non potrà più transitare attraverso la lampada.

Reattanza del condensatore

Come avviene per le resistenze, anche il condensatore, che è un conduttore di corrente variabile (pulsante o alternata), oppone una certa resistenza al passaggio della corrente. Questa resistenza prende il nome di « reattanza »; essa dipende, oltre che dalle caratteristiche elettriche del condensatore, anche dalla frequenza della corrente alternata. Per chiarire tale concetto conviene collegare, in serie con una lampadina, alimentata in corrente alternata, due condensatori, in parallelo fra di loro, dei quali uno può essere inserito o disinserito a piacere per mezzo di un interruttore.

Nel circuito comprendente un solo condensatore, quello che ha il valore di

200.000 pF, si riesce ad accendere la lampadina della potenza di 0,5 watt circa con una certa intensità luminosa. Ovviamente la lampadina deve essere adatta per la tensione alternata di 220 V. Chiudendo l'interruttore, cioè aumentando il valore capacitivo del condensatore collegato in serie, l'intensità luminosa della lampadina aumenterà oltremodo. Tale fenomeno è dovuto appunto alla diminuzione della resistenza opposta dal condensatore al passaggio della corrente. Più propriamente si deve dire che, con l'aumento della capacità, è diminuito il valore della reattanza.

Occorre far bene attenzione a non confondere mai la resistenza ohmmica con la reattanza, anche se quest'ultima è da considerarsi, in certo qual modo, una vera e propria resistenza al passaggio della corrente alternata.

Tutt'al più si potrebbe parlare di « resistenza capacitiva », che è un termine più esatto, ma che lascia il posto a quello più usato di reattanza.

E' stato detto che la reattanza di un condensatore dipende, oltre che dalla sua capacità, anche dalla frequenza della tensione alternata; cioè, col diminuire della frequenza, la corrente alternata diviene sempre più simile alla corrente continua e la reattanza tende a diventare infinita.

Il valore della reattanza di un condensatore viene espresso in ohm e può essere dedotto dalla seguente formula pratica:

$$\text{Reattanza del condensatore (ohm)} = \frac{1.000.000}{6{,}28 \times \text{frequenza (in c/s)} \times \text{capac. } (\mu F)}$$

Volendo applicare questa formula per la valutazione della reattanza nel circuito sperimentale or ora descritto, si dedurrebbe che, nei due casi, i valori ohmmici sarebbero i seguenti:

$$\frac{1.000.000}{6{,}28 \times 50 \times 0{,}2} = 15{,}923 \text{ ohm (circa)}$$

$$\frac{1.000.000}{6{,}28 \times 50 \times 0{,}4} = 7{,}961 \text{ ohm (circa)}$$

Dai valori trovati si può dedurre che con l'aumentare della capacità, la reattanza diminuisce e la corrente trova una via di più facile scorrimento. Nel primo caso, infatti, con l'inserimento di un solo condensatore, del valore di 200.000 pF, la reattanza ha assunto il valore di 15,923 ohm. Con il raddoppio della capacità, il valore della reattanza si è dimezzato.

RESISTORI

RESISTENZA ELETTRICA

Quando gli elettroni sono costretti a mettersi in movimento lungo un filo conduttore, a causa di una tensione applicata ai suoi terminali, essi incontrano sempre una certa resistenza al loro moto dovuta alla natura del materiale che compone il filo conduttore. In questo senso esistono in natura metalli che sono più o meno buoni conduttori di elettricità. Ad esempio l'argento è un ottimo conduttore di elettricità, il rame è un buon conduttore di elettricità, lo zinco lo è meno. Oltre ai metalli, vi sono anche leghe metalliche che sono più o meno buone conduttrici di elettricità. Anzi proprio le leghe metalliche vengono composte per realizzare una maggiore resistenza al flusso elettronico. Le resistenze elettriche, ad esempio, installate nelle stufe per riscaldamento sono costituite da leghe metalliche capaci di offrire una certa resistenza al movimento degli elettroni.

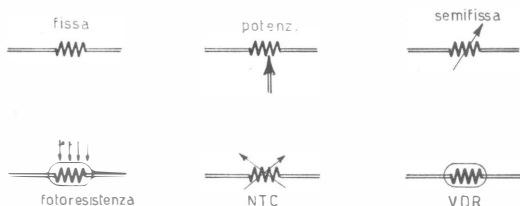
E questa resistenza si traduce in forza di attrito interna ai conduttori stessi. La forza di attrito poi si trasforma in calore. Le resistenze delle stufe per riscaldamento, infatti, si riscaldano al punto da arroventarsi. Nel settore dell'elettronica e in quello specifico della radiotecnica, assai raramente si fa impiego di resistenze con lo scopo di trasformare l'energia elettrica in energia termica. In questi settori, invece, le resistenze svolgono quasi sempre lo stesso compito: quello di creare una caduta di tensione, oppure limitare il passaggio degli elettroni lungo i conduttori in circuito, cioè di limitare l'intensità di corrente.

La resistenza elettrica è pur essa una grandezza fisica, come lo sono l'intensità di corrente, la tensione, la capacità, l'induttanza, la reattanza, ecc. Anche la resistenza elettrica, dunque, possiede un'unità di misura, che prende il nome di « ohm » dal nome del fisico Ohm.

Si suol dire che un conduttore elettrico ha la resistenza di un ohm quando, sottoposto alla tensione elettrica di un volt, è percorso da una corrente di un ampere. Così, ad esempio, se un filo conduttore presenta una resistenza elettrica del valore di 100 ohm, ciò vuol dire che quel conduttore richiede, sui suoi terminali, una tensione di 100 volt per ogni ampere che deve attraversarlo.

Per definire praticamente l'unità di resistenza elettrica, si è convenuto di costruire un campione internazionale, scegliendo come metallo di riferimento il mercurio purissimo alla temperatura di zero gradi (è necessario stabilire una temperatura di riferimento, perchè la resistenza elettrica varia col variare della temperatura); questo campione è costituito da una colonna di mercurio racchiusa in un tubo di vetro, avente un'altezza di 106,3 cm. e della sezione costante di 1 mm^2.

In pratica per la misura delle resistenze di valore elevato si usa spesso il megaohm, che equivale ad un milione di ohm.

Un corpo conduttore che presenti una resistenza elettrica dell'ordine dei mega-

Simboli elettrici delle resistenze di tipo più comune, montate sui circuiti radioelettrici. Il potenziometro è una resistenza variabile; la fotoresistenza varia col variare della luce; le resistenze NTC coll'aumentare della temperatura diminuiscono di valore; le resistenze VDR variano di valore col variare della tensione ad esse applicata.

ohm sarà naturalmente un cattivo conduttore, perchè anche sotto l'azione di una tensione notevole verrà attraversato sempre da una piccola quantità di corrente; un conduttore della resistenza di un megaohm viene infatti attraversato dalla corrente di un microampere, e cioè da un milionesimo di ampere per ogni volt di tensione applicata ai suoi terminali.

Praticamente i corpi conduttori che hanno resistenze così elevate si considerano in genere più vicini alla categoria dei corpi isolanti.

Un isolante perfetto dovrebbe avere una resistenza elettrica infinita; ma in natura questo corpo non esiste. Tutti i corpi isolanti sono perciò da considerarsi in realtà come dei pessimi conduttori di corrente elettrica, e cioè corpi con una resistenza elettrica elevatissima ma non mai infinita.

La distinzione tra corpi conduttori e corpi isolanti è dunque fittizia, perchè le resistenze elettriche che si devono considerare in pratica si estendono con continuità da valori piccolissimi, dell'ordine di qualche ohm, ai valori elevatissimi di molte migliaia di megaohm nei corpi che rappresentano i migliori isolanti.

Si può dire quindi che i corpi conduttori e quelli isolanti rappresentano semplicemente i due estremi di una serie continua che si ottiene classificando i corpi in ordine di resistenza elettrica crescente.

Tipi di resistenze

Le resistenze, impiegate nei circuiti elettronici, sono di vari tipi e dimensioni, a seconda del loro impiego.

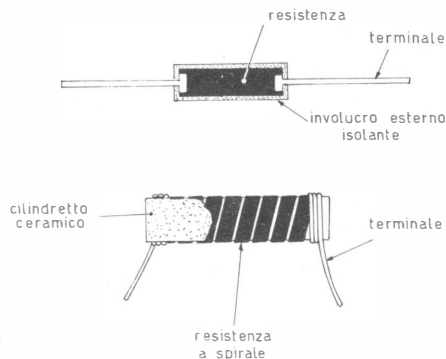
Una prima suddivisione viene fatta fra due tipi fondamentali di resistenze: quelle fisse e quelle variabili. Le resistenze fisse costituiscono un ostacolo costante al movimento degli elettroni, quelle variabili costituiscono un ostacolo che può essere variato manualmente, oppure a causa del variare della luce, della temperatura, della tensione.

Le resistenze fisse, quelle più comuni e più usate nei circuiti elettronici, assumono il nome di « resistori », anche se i tecnici professionisti o dilettanti preferiscono chiamarle « resistenze ».

Normalmente i resistori si presentano esteriormente sotto l'aspetto di un cilindretto, variamente colorato, munito di due terminali alle estremità; questi terminali rappresentano i conduttori utili della resistenza. Per la costruzione dei resistori, le varie case produttrici adottano materiali e metodi di fabbricazione alquanto diversi. I sistemi più comuni sono quelli dell'impasto a carbone, dello strato di carbone, dello strato metallico e del filo metallico. Tali concetti costruttivi valgono per la composizione interna del resistore, ma oltre a ciò variano anche

i materiali di rivestimento isolante esterno; tra questi vanno ricordati la lacca, lo smalto, le resine al silicone, le resine vetrificate.

E' ovvio che, a seconda del sistema costruttivo, interno ed esterno, del resistore, questo componente elettronico presenti proprietà leggermente diverse. I resistori ad impasto di carbone, ad esempio, consentono una buona dissipazione di calore e, conseguentemente, di potenza elettrica, mentre godono di una normale stabilità di funzionamento. Questi tipi di resistori sono i più comuni nei circuiti radioelettrici.

I resistori a strato di carbone sono costituiti da un sottile deposito di carbone su un supporto isolante e chimicamente puro; con questi tipi di componenti si può raggiungere un elevato grado di stabilità di funzionamento e valori di tolleranza molto ristretti.

Il processo di costruzione e di composizione delle resistenze varia fra un tipo e l'altro e varia anche col variare della nazionalità di fabbricazione. Quella rappresentata in alto è una resistenza di tipo americano; quella in basso è di tipo europeo, destinata a scomparire col passare del tempo.

Anche i resistori a strato metallico permettono di ottenere tolleranze molto ristrette sul valore nominale; essi sono composti da un supporto isolante sul quale è depositato uno strato metallico.

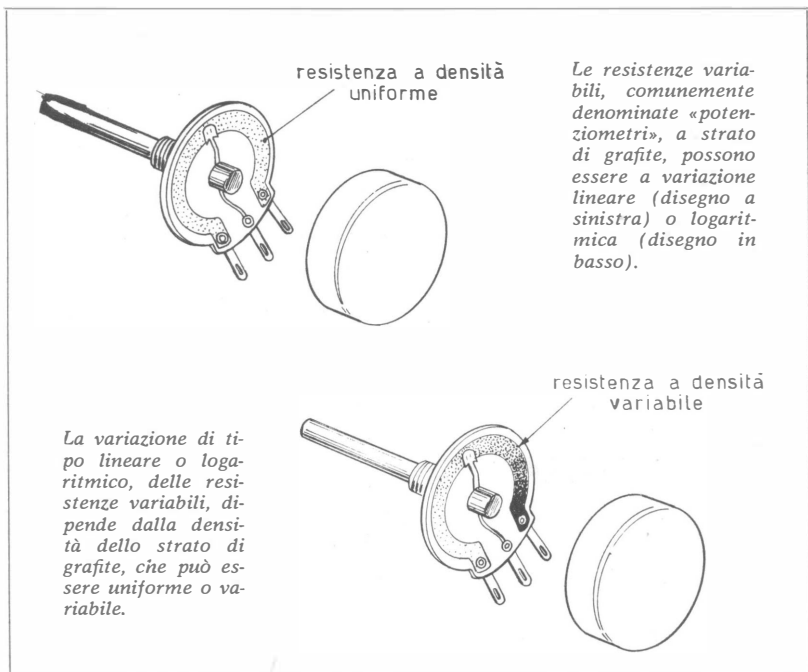
Quando si presenta il problema di dover dissipare potenze elettriche notevoli, si fa impiego dei resistori a filo metallico, isolati in smalto o cementati; la dissipazione è possibile in quanto i resistori a filo metallico ammettono temperature di lavoro assai più elevate che gli altri tipi; questa funzione, ovviamente, comporta un aumento notevole delle dimensioni del componente ed anche del costo di fabbricazione.

Tra le resistenze variabili, i tipi più noti e più usati prendono il nome di « potenziometri » e « reostati ».

Più propriamente prendono il nome di potenziometri quei componenti nei quali l'elemento resistivo è formato da uno strato di miscela di carbone depositato su un supporto di materiale impregnato di resina. La variabilità dell'elemento resistivo è ottenuta per mezzo di un cursore, meccanicamente manovrabile, che è collegato al terminale centrale del potenziometro per mezzo di un anello metallico. Le caratteristiche elettriche di questi tipi di resistenze variabili dipendono dalla composizione chimica della miscela e dagli altri processi di fabbricazione; generalmente si ottengono potenze nell'ordine di 1 watt e tolleranze abbastanza ampie.

Con il nome di reostati si indicano normalmente le resistenze variabili a filo, costituite da uno strato di filo metallico avvolto su un supporto isolante di resina o di ceramica; questi tipi di potenziometri (attualmente vengono chiamati così, mentre il termine reostato è relegato alla

Le resistenze variabili, comunemente denominate «potenziometri», a strato di grafite, possono essere a variazione lineare (disegno a sinistra) o logaritmica (disegno in basso).

La variazione di tipo lineare o logaritmico, delle resistenze variabili, dipende dalla densità dello strato di grafite, che può essere uniforme o variabile.

storia dell'elettronica) permettono di dissipare potenze elettriche notevoli, anche di parecchie centinaia di watt e presentano limiti di tolleranza assai più ristretti rispetto ai tipi a strato di carbone.

Fra i potenziometri sono molto comuni i tipi muniti di interruttore, che è di solito inserito ad una delle due estremità del componente e coincide con l'inizio della rotazione dell'albero. In radiotecnica questo tipo di potenziometro regola il volume sonoro di un ricevitore radio e permette di accendere e spegnere l'intero circuito dell'apparato; la regolazione si ottiene manovrando un bottone applicato sull'albero del potenziometro.

Agli effetti delle variazioni resistive i potenziometri si comportano in due modi diversi, a seconda del sistema costruttivo del componente. La variazione, infatti, può essere lineare oppure logaritmica. Nel primo caso il valore di resistenza compreso tra il terminale iniziale e quello centrale è proporzionale all'angolo di rotazione del cursore, perciò al 50% del totale. Ciò vuol dire che, ad esempio, se lo spostamento di un millimetro del cursore lungo lo strato di grafite determina un aumento di 100 ohm, lo spostamento di due millimetri determina l'aumento di 200 ohm.

Per i potenziometri a variazione logaritmica le cose vanno diversamente; la resistenza, infatti, non è più distribuita in maniera uniforme lungo tutto l'arco, ma aumenta verso l'estremo finale; pertanto, al 50% della rotazione il valore è solo il 10% della resistenza totale.

Esistono anche potenziometri a variazione logaritmica inversa, nei quali al 50% della rotazione il valore è il 90% della resistenza totale.

Fotoresistenze e termistori

Esistono alcuni tipi speciali di resistenze il cui valore ohmmico varia al variare della luminosità d'ambiente o della temperatura. Queste resistenze prendono i nomi particolari di fotoresistori (o fotoresistenze) e termistori. L'impiego di questi componenti elettronici viene fatto in particolari tipi di circuiti, come lo sono le cellule fotoelettriche, i segnalatori di presenza, gli avvisatori d'incendio, gli interruttori automatici di una rete di illuminazione, ecc.

I fotoresistori sono costituiti da materiali fotoconduttivi, quali il solfuro di cadmio e il seleniuro di cadmio, la cui proprietà intrinseca consiste nel far variare il valore della resistenza al variare dell'intensità di flusso luminoso incidente sulla loro superficie.

In condizioni di totale oscurità la resistenza assume valori molto elevati, che possono raggiungere e superare i megaohm; in condizioni di piena illuminazione, la resistenza diminuisce fino a poche centinaia o migliaia di ohm.

I termistori, che vengono indicati con la sigla NTC (Negative Temperature Coefficient), sono elementi resistivi dotati della particolarità di presentare un elevato coefficiente di temperatura negativo; in pratica, all'aumentare della temperatura, diminuisce notevolmente il valore della resistenza ohmmica. Essi sono costituiti da una miscela di ossidi metallici, trattati chimicamente in modo da presentare proprietà semiconduttrici, i quali vengono pressati insieme ad un legante plastico e sinterizzati ad alta temperatura.

Il valore nominale della resistenza viene normalmente calcolato alla temperatura di 25°C. Ai fini dell'impiego è abbastanza utile poter conoscere la variazione di questa resistenza al variare della temperatura; la dipendenza tra questi due parametri è logaritmica.

Resistore ad impasto « morganite », con valore resistivo espresso in codice.

Resistore a filo laccato con potenza di dissipazione massima di 5 watt.

Resistore a filo con cursore regolabile.

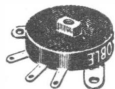
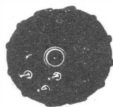
Resistore a filo smaltato con elevato coefficiente di dissipazione.

Per le loro caratteristiche i termistori vengono utilizzati in numerose applicazioni: misura e regolazione della temperatura, misura del flusso di gas e liquidi, compensazione del coefficiente di temperatura di bobine e avvolgimenti, temporizzazione di relè, compensazione di circuiti transistorizzati.

Nei circuiti elettronici si trovano ancora altri tipi di resistori, come ad esempio, i VDR e gli MDR. I resistori di tipo VDR, denominati anche variatori, sono elementi in cui il valore della resistenza varia in maniera non lineare al variare della tensione ad essa applicata. Il significato della sigla indicativa è compreso nelle tre seguenti parole: Voltage Dependènt Resistors. Un'altra caratteristica intrinseca di tali componenti è la seguente: il valore della resistenza diminuisce coll'aumentare della tensione applicata.

I resistori di tipo VDR vengono largamente impiegati nei circuiti stabilizzatori di tensione, in quelli di sincronizzazione di oscillatori per frequenze TV, per eliminare lo scintillìo tra i contatti dei relè.

Per quanto riguarda i resistori di tipo MDR, occorre ricordare che questi componenti godono della proprietà di variare linearmente il proprio valore al variare

Esempi di potenziometri miniatura normalmente montati sugli apparecchi radio portatili e muniti di circuito stampato. Alcuni di questi potenziometri sono anche muniti di interruttore che, solitamente, coincide con l'inizio della rotazione.

del campo magnetico in cui sono immersi. La sigla indicatrice di tali componenti si riferisce alle tre lettere iniziali delle tre seguenti parole: Magnetic Dependent Resistors. Questi tipi di resistori trovano impiego nei circuiti convertitori per correnti continue e alternate, negli amplificatori galvanometrici e in taluni tipi di trasduttori di segnali.

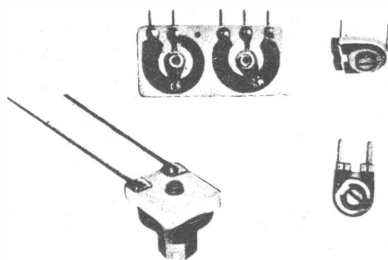
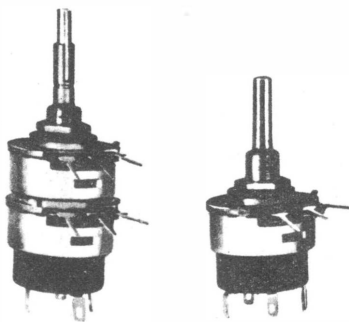
Caratteristiche delle resistenze

Le grandezze fisiche fondamentali, che caratterizzano le resistenze, sono: la dissipazione, la tolleranza, la tensione massima di lavoro, il coefficiente di temperatura.

Per dissipazione si intende la proprietà della resistenza di trasformare l'elettricità in calore, cioè l'energia elettrica in energia termica.

La dissipazione dipende dalla composizione propria della resistenza e, abbastanza direttamente, anche da due altri fattori: la temperatura ambiente e le dimensioni. Normalmente la potenza nominale viene misurata alla temperatura di 70°C. Per quel che riguarda le dimensioni, queste si estendono fra i 2-3 mm., per i tipi miniatura che dissipano pochi centesimi di watt, e i 100 mm. per i resistori più grossi, a filo, che possono dissipare anche un centinaio di watt.

Per quel che riguarda la tolleranza, i resistori vengono costruiti nelle gamme di tolleranza del 20% - 10% - 5%. Ma esistono anche tipi di resistori di alta precisione, con tolleranza compresa fra il 2% e l'1%. I limiti di tolleranza dello 0,5% vengono raggiunti in quei tipi di resistori destinati ad impieghi particolari, come ad esempio gli strumenti di misura; in questo caso si tratta di speciali tipi di resistori ad impasto e a filo.

Anche la tensione massima di lavoro costituisce una grandezza che dipende principalmente dalle dimensioni del resistore, per quanto in una certa misura essa risulti influenzata anche dal tipo di rivestimento isolante adottato. I valori variano da poche centinaia di volt, nei tipi più comuni, fino a superare agevolmente i 1000 volt

Potenziometri semifissi di tipo miniatura, comunemente applicati sui circuiti stampati per la realizzazione di apparecchiature di piccole dimensioni.

Potenziometri di tipo normale muniti di interruttore. Quello a sinistra è un potenziometro doppio che trova larga applicazione negli amplificatori di bassa frequenza.

Pur avendo la stessa funzione, i resistori assumono espressioni esteriori diverse, a seconda del luogo di provenienza. I resistori qui riprodotti sono di costruzione americana. Quello in alto, a destra, funziona da partitore di tensione, perché in esso si può sfruttare la caduta di tensione che si verifica lungo l'intero corpo del componente.

in alcuni tipi di resistori a filo di potenza elevata.

Il coefficiente di temperatura permette di stabilire la variazione del valore ohmmico del resistore al variare della temperatura. Normalmente questa variazione risulta inferiore all'1% per ogni grado centigrado di variazione. Per particolari impieghi dei resistori vengono attualmente fabbricati componenti che mantengono praticamente un valore costante al variare della temperatura; si tratta in questo caso di resistori ad alta stabilità.

Un altro dato importante, che caratterizza ogni tipo di resistenza, è costituito dalla conoscenza diretta del valore ohmmico, che può essere indicato direttamente sull'involucro esterno del componente o che può essere dedotto per mezzo di un codice a colori.

Le maggiori case produttrici di resistori mantengono i valori ohmmici corrispondenti a quelli compresi nelle tabelle internazionali, ma per impieghi particolari vengono tuttora prodotti resistori aventi valori non compresi nelle normali tabelle.

Mentre in taluni tipi di resistori viene stampato il valore ohmmico direttamente in cifre, nella maggior parte dei resistori il valore nominale della resistenza ohmmica viene individuato tramite gli anelli colorati stampati sul corpo del resistore, secondo il codice dei colori.

CODICE DEI COLORI

Colore	I Anello 1ª cifra	II Anello 2ª cifra	III Anello Moltiplicatore	IV Anello Tolleranza
Nero	0	0	1	—
Bruno	1	1	10	± 1%
Rosso	2	2	100	± 2%
Arancio	3	3	1000	—
Giallo	4	4	10000	—
Verde	5	5	100000	—
Blu	6	6	1000000	—
Violetto	7	7	—	—
Argento	8	8	—	—
Bianco	9	9	—	—
Oro	—	—	: 10	± 5%
Argento	—	—	: 100	± 10%

Quando nel corpo del resistore non è presente il quarto anello, il valore della tolleranza è inteso nella misura del $\pm 20\%$.

Collegamenti di resistenze

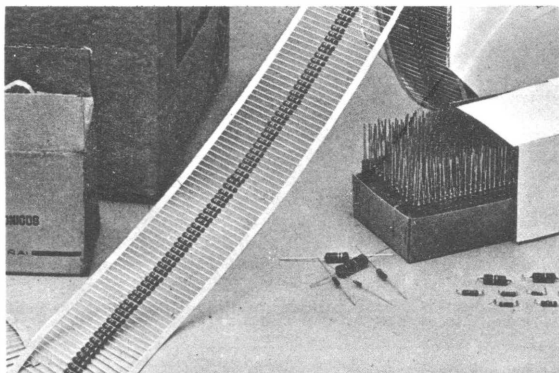
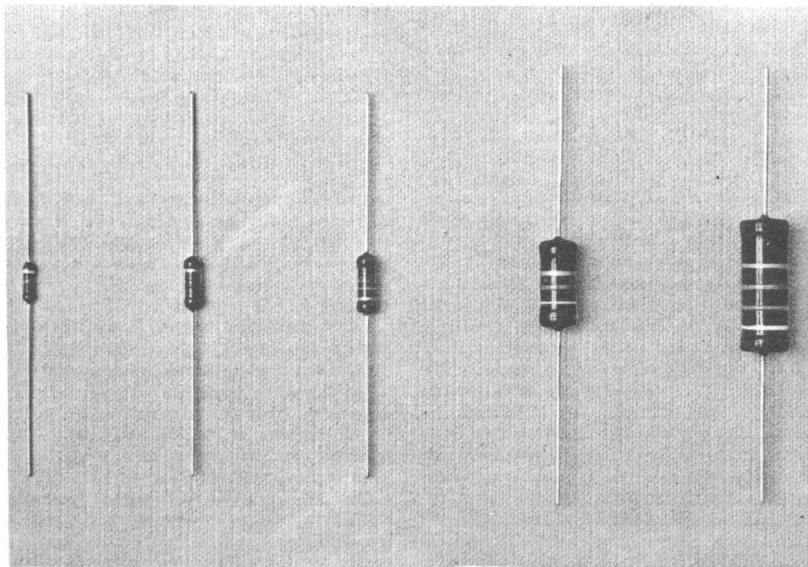
Le resistenze rappresentano i componenti radioellettrici dominanti nei circuiti radio; esse risultano applicate in gran numero e sono distribuite un po' dovunque, in ogni punto del telaio in cui risulta realizzato un circuito. Le resistenze possono apparire isolatamente, oppure connesse a due a due o in fila, una dopo l'altra. In ogni caso esistono due fondamentali sistemi di collegamento delle resistenze: il collegamento « in serie » e quello « in parallelo ». Nel collegamento in serie gli elementi risultano connessi in fila, uno dopo l'altro; nel collegamento in parallelo gli elementi sono connessi parallelamente l'uno all'altro. Perchè si usano questi sistemi di collegamento delle resistenze? Non è possibile dirlo subito, in poche parole. Si può anticipare, per ora, qualche notizia; non sempre il radioriparatore ha a sua disposizione una resistenza di valore identico a quello del componente che è andato distrutto nell'apparato in riparazione e, per accelerare i tempi, deve unire assieme due o più resistenze, in modo tale che la loro somma risulti identica al valore del componente che deve sostituire.

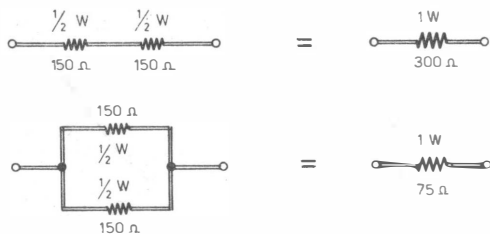
Potenziometri di medie dimensioni, comunemente montati nelle fonovaligie.

Vi è un altro motivo, fondamentale, per cui il tecnico elettronico ricorre talvolta al collegamento in serie e in parallelo delle resistenze. E il motivo è dovuto alle esigenze di potenza elettrica di taluni punti di un circuito. Quando la resistenza, ad esempio, ha il compito di provocare una certa caduta di tensione, lasciando fluire una certa quantità di corrente, quella resistenza deve essere in grado di poter dissipare in calore una determinata quantità di energia; se questa resistenza non è dotata della potenza prescritta, essa può andare distrutta molto presto.

In pratica, quando il radiotecnico deve sostituire una resistenza della potenza di 2 W e ha a disposizione soltanto resistenze della potenza di 1 W, riesce a raggiungere il valore della potenza prescritta mediante un collegamento di due o più resistenze da 1 W.

La somma dei valori ohmmici delle resistenze, invece, può essere talvolta aritmetica e talvolta algebrica. In ogni caso si tratta di eseguire alcune semplici operazioni, che non richiedono particolari conoscenze dell'algebra e neppure un faticoso esercizio di calcolo. Occorre invece conoscere il calcolo con le frazioni.

Quando le resistenze, chiamate anche resistori, vengono collegate una dopo l'altra, si dice che si effettua un collegamento in serie di resistenze. Più resistenze

Esempi di produzioni industriali di resistori, montati su nastro o verticalmente in un contenitore. La figura qui sotto riportata riproduce cinque tipi di resistori dello stesso valore ohmmico, ma di wattaggio diverso, da 0,125 watt a 2 watt.

0'125 W   0'33 W   0'50 W   1 W   2 W

Per aumentare la potenza di dissipazione, si possono collegare in serie o in parallelo fra di loro due resistenze dello stesso tipo.

collegate in serie tra di loro equivalgono ad un'unica resistenza il cui valore ohmmico è dato dalla somma aritmetica dei valori delle singole resistenze.

Si tratta, quindi, del calcolo più semplice, la cui formula è la seguente:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + ...$$

in cui R rappresenta il valore della resistenza complessiva, mentre R_1, R_2, R_3, R_4 ..... rappresentano i valori delle singole resistenze collegate in serie tra di loro.

Nel caso particolare in cui tutte le resistenze collegate in serie tra di loro abbiano lo stesso valore ohmmico, la formula precedente assume la seguente espressione:

$$R = R \cdot n$$

in cui R rappresenta il valore ohmmico di una sola resistenza ed n rappresenta il numero delle resistenze collegate in serie.

Il calcolo diviene un poco più complesso quando si tratta di calcolare il valore della resistenza risultante da un insieme di più resistenze collegate fra loro in parallelo.

Il collegamento in parallelo, di due o più resistenze, si ha quando le resistenze sono collegate parallelamente tra di loro e trasformano un unico conduttore, là dove esse sono inserite, in due, tre, o più rami conduttori a seconda che le resistenze collegate siano due, tre o più di tre.

Nel caso di due resistenze collegate tra loro in parallelo conviene applicare la seguente formula:

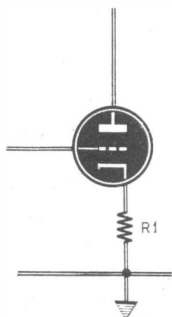
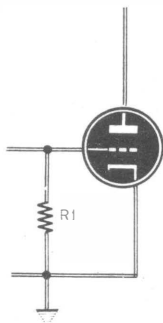
$$R = \frac{R_1 : R_2}{R_1 + R_2}$$

Quando le resistenze sono più di due, allora occorre applicare la seguente formula:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ...}$$

Naturalmente, per poter applicare queste formule, occorre avere un po' di dimestichezza con le operazioni matematiche relative alle frazioni. La conclusione che si trae dai due diversi concetti relativi ai due tipi di collegamenti di resistenze elettriche è la seguente:

« Collegando due o più resistenze in serie tra di loro, il valore complessivo della resistenza risultante aumenta, mentre, collegando due o più resistenze in parallelo tra di loro, il valore della resistenza risultante diminuisce ».

I motivi per cui in pratica, nei circuiti, vengono inserite due, tre o più resistenze al posto di una, siano esse collegate in serie o in parallelo, possono essere molteplici. Nel collegamento in serie, poichè ogni resistenza provoca una caduta di tensione nel circuito, è possibile ottenere tutta una serie decrescente di tensioni

Come avviene per i condensatori, anche le resistenze assumono denominazioni diverse, a seconda del loro impiego. A sinistra la resistenza R1 è denominata « resistenza di catodo »; a destra, la resistenza R1 prende il nome di « resistenza di griglia ».

necessarie per l'alimentazione di particolari apparati utilizzatori.

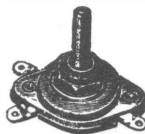
Il collegamento in parallelo, comunemente, viene fatto per derivare la corrente elettrica attraverso rami diversi, oppure per diminuire la resistenza elettrica in un punto di un circuito. In entrambi i tipi di collegamento di resistenze, i valori delle tensioni e delle correnti si ottengono facilmente applicando le diverse espressioni della legge di Ohm.

Resistenze di catodo

La resistenza di catodo, che è collegata, nei ricevitori a valvole, fra il piedino dello zoccolo corrispondente al catodo della valvola e la massa dell'apparecchio radio, cioè il telaio, è chiamata anche resistenza di polarizzazione di griglia. Essa serve a mantenere la griglia controllo della valvola ad un valore negativo necessario per il suo corretto funzionamento.

Il valore negativo della tensione di griglia controllo si deduce dai prontuari delle valvole: esso è condizionato dal valore della tensione di placca e della corrente di catodo.

Molto spesso nei prontuari delle valvole elettroniche è anche indicato il valore della resistenza di catodo in relazione a valo-

I potenziometri semifissi vengono regolati, una volta per tutte, in sede di messa a punto e taratura dei radioapparati. Essi si distinguono dai potenziometri normali per la brevità del perno di comando.

ri precisi della tensione di placca e della corrente totale di catodo. Ma può anche sorgere la necessità di far lavorare una valvola elettronica con valori di tensioni e correnti diverse da quelli indicati nei prontuari. In questi casi occorre procedere al calcolo della resistenza di catodo.

Facciamo un esempio. Supponiamo di dover calcolare il valore ohmmico della resistenza catodica di una valvola elettronica di tipo 6V6. Ricorrendo ad un prontuario di valvole si possono rilevare i dati caratteristici. Molto spesso questi dati vengono elencati su due colonne diverse, in corrispondenza a due valori diversi delle tensioni di placca. Può capitare, ad esempio, che per la valvola 6V6 vengano elencati i dati caratteristici relativi a due diverse tensioni di placca: quella di 180 volt e quella di 250 volt. Se si fa impiego della valvola 6V6 con la tensione anodica di 180 volt, dal prontuario delle valvole si rilevano i seguenti dati:

Vg1 = 8,5 volt;
Ia = 29 mA;
Ig2 = 3 mA.

Il primo dato si riferisce alla tensione negativa cui si deve portare la griglia controllo della valvola affinchè essa possa regolarmente funzionare con la tensione anodica di 180 volt. Il secondo dato « Ia » si riferisce alla corrente di placca, mentre il terzo dato « Ig2 » si riferisce alla corrente di griglia schermo.

Per ottenere il valore complessivo della corrente di catodo, occorre tener conto della corrente anodica e di quella di griglia schermo, perchè entrambe fluiscono attraverso il catodo della valvola. La corrente catodica totale si otterrà, dunque, facendo la somma delle due correnti di placca e di griglia schermo:

29 + 3 = 32 mA (0,032 A)

Per determinare il valore ohmmico della resistenza di catodo, occorre ora dividere il valore della corrente totale assorbita dalla valvola ed espressa in ampere:

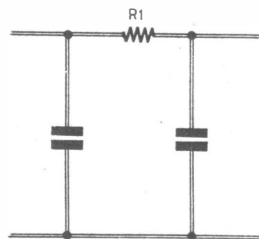
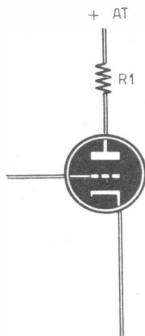
8,5 : 0,032 = 265 ohm

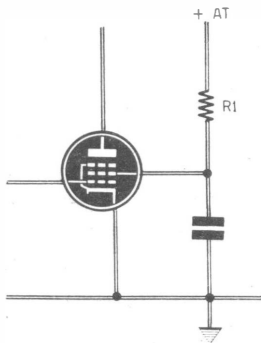
Dunque, per far funzionare regolarmente una valvola amplificatrice finale di potenza, di tipo 6V6, con la tensione di placca di 180 volt, occorre applicare tra il catodo della valvola stessa e il telaio dell'apparecchio radio una resistenza da 265 ohm. Si tratta ora di stabilire il wattaggio di questa resistenza, per evitare che essa possa bruciarsi durante il funzionamento del circuito e per fare in modo che essa possa agevolmente dissipare, cioè trasformare in energia termica la potenza elettrica in gioco.

Il valore della potenza di dissipazione della resistenza di catodo si ottiene semplicemente moltiplicando il valore della tensione misurata sui suoi terminali, che corrisponde al valore della tensione negativa di griglia controllo, per il valore della corrente catodica totale, cioè tutta la corrente che fluisce attraverso il catodo:

8,5 x 0,032 = 0,27 watt

La determinazione della potenza di dis-

Quando la resistenza partecipa alla composizione di un filtro, in una cellula di tipo a « p greca », essa viene denominata « resistenza di filtro ».

FILTRO

La resistenza R1, inserita fra la linea di alimentazione anodica e la placca di una valvola, prende il nome di « resistenza di carico anodico ».

La resistenza R1, collegata fra la linea ad alta tensione e la griglia schermo di una valvola, prende il nome di « resistenza di griglia schermo ».

sipazione della resistenza di catodo è molto importante per qualsiasi tipo di valvola, perchè impiegando resistenze di wattaggio insufficiente, queste possono bruciarsi. Nell'esempio ora citato si può assumere il valore di 1/2 watt, perchè 1/2 watt corrisponde a 0,5 watt, che è senz'altro un valore superiore a 0,27 watt e garantisce un buon margine di sicurezza.

Nomi di resistenze

Le resistenze elettriche, presenti nei circuiti radioelettrici, pur presentandosi quasi sempre sotto uno stesso aspetto esteriore, prendono nomi diversi a seconda del circuito in cui vengono montate e a seconda della funzione da esse svolta.

La resistenza di catodo, or ora menzionata, è una resistenza comune, quasi sempre di tipo chimico, che non si differenzia assolutamente dagli altri tipi di resistenze montate nel circuito di uno stesso ricevitore radio; ma essa prende il nome di resistenza di catodo soltanto perchè è collegata fra il catodo e la massa dell'apparecchio radio. Per questo motivo, in gergo radiotecnico, proprio in virtù della funzione svolta, vengono menzionate le resistenze di griglia, le resistenze di caduta, le resistenze di filtro, le resistenze di carico, le resistenze dei partitori di tensione.

La resistenza di griglia è collegata fra la griglia controllo della valvola e il telaio del ricevitore radio. Il compito attribuito a tale componente è quello di far in modo che i pochi elettroni che si accumulano sulla griglia controllo della valvola, durante il flusso di corrente catodica, vengano messi in fuga a massa, per evitare che la griglia possa raggiungere il punto di interdizione, bloccando il funzionamento della valvola. Questa resistenza prende anche il nome di resistenza di fuga, proprio in virtù del fatto che essa mette in fuga, a massa, gli elettroni indesiderati, che vengono captati malauguratamente dalla griglia controllo della valvola. Il valore di tale resistenza deve essere molto elevato, ed è normalmente dell'ordine dei

megaohm; essa infatti non deve in alcun modo convogliare a massa la tensione del segnale da amplificare applicato alla griglia, perchè una tale condizione interferirebbe negativamente sul corretto funzionamento della valvola.

La resistenza di filtro è così chiamata perchè partecipa alla composizione della cellula di filtro montata a valle delle valvole raddrizzatrici o dei raddrizzatori di corrente al silicio o al selenio. Essa concorre, unitamente ai condensatori elettrolitici, che compongono la cellula di filtro, al livellamento della tensione pulsante, cioè alla trasformazione della tensione pulsante unidirezionale in tensione continua.

La resistenza di carico anodico è quella resistenza che viene applicata fra la linea di alimentazione anodica delle valvole e le placche delle valvole stesse. La presenza di tale resistenza è necessaria per poter avere sui suoi terminali la tensione rappresentativa del segnale amplificato. Se questa resistenza non ci fosse, dalla placca della valvola non si potrebbe prelevare alcun segnale amplificato.

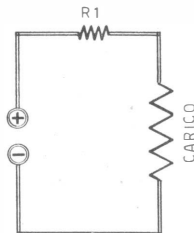
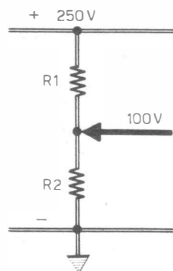
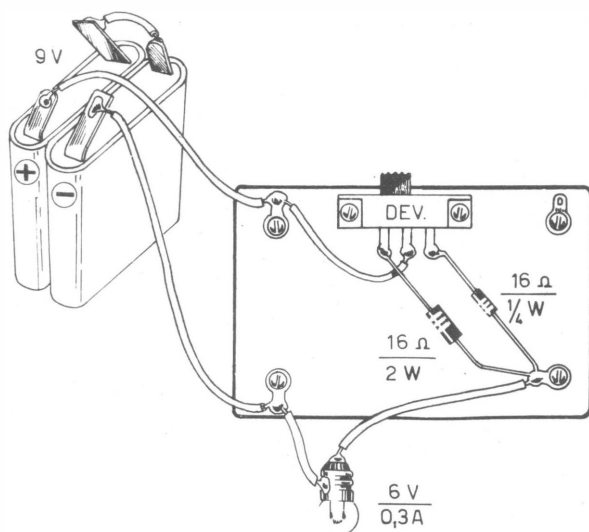
I partitori di tensione sono composti da due o più resistenze, che producono due o più cadute di tensione, in modo da avere a disposizione diversi valori di tensioni.

Esperimenti con le resistenze

Una esperienza molto interessante, che ha per fine di determinare il valore di una resistenza di caduta, consiste nell'individuare il valore ohmmico da collegare in serie ad una lampadina, progettata per funzionare con la tensione di 6 volt, da alimentarsi con una pila da 9 volt. Il problema dunque consiste nel determinare il valore di una resistenza che provochi la caduta di tensione di tre volt, in modo che sui terminali della lampadina sia presente la tensione di esercizio di 6 volt.

Per individuare tale dato è necessario conoscere anche il valore di esercizio della corrente che attraversa la lampadina; ma quasi tutti i costruttori di lampadine si preoccupano di riportare questo dato sul componente stesso; nel nostro caso, dunque, si dovranno leggere sulla lampadina i seguenti dati: 6 volt - 0,3 ampere.

Se il valore della corrente che attraver-

La denominazione di « resistenza di protezione » si dà a quelle resistenze che vengono collegate in serie ad un carico utile in un circuito di alimentazione (disegno a sinistra). Le resistenze R1 ed R2, nel disegno a destra, compongono un « partitore di tensione ».

Con questo esperimento si vuole evidenziare il concetto di dissipazione termica di una resistenza. Le due resistenze comprese nel circuito hanno lo stesso valore, ma quella da 1/4 di watt si riscalda eccessivamente.

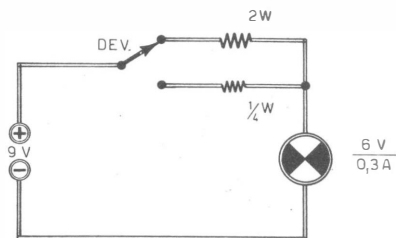
sa la lampadina è di 0,3 A, questa stessa corrente dovrà anche attraversare la resistenza di caduta.

Applicando la legge di Ohm

$$V : I = R$$

si ottiene:

$$6 : 0,3 = 20 \text{ ohm}$$

Questo è il valore della resistenza del filamento della lampadina. Si tratta ora di determinare il valore della resistenza da collegare in serie alla resistenza della lampadina in modo che con la tensione di 9 V si ottenga un flusso di corrente di 0,3 ampere. Per ridurre la tensione di 9 volt al valore di 6 volt, con un flusso di corrente di 0,3 A, occorre una resistenza il cui valore è di:

$$3 : 0,3 = 10 \text{ ohm}$$

in cui 3 indica il valore della caduta di

tensione che si vuol ottenere, mentre 0,3 indica il valore dell'intensità di corrente che deve percorrere la resistenza di caduta ed anche quella della lampadina. Concludendo, occorre dire che per poter alimentare correttamente la lampadina con i dati caratteristici prima citati e con una pila da 9 volt, occorre collegare in serie ad essa una resistenza da 10 ohm.

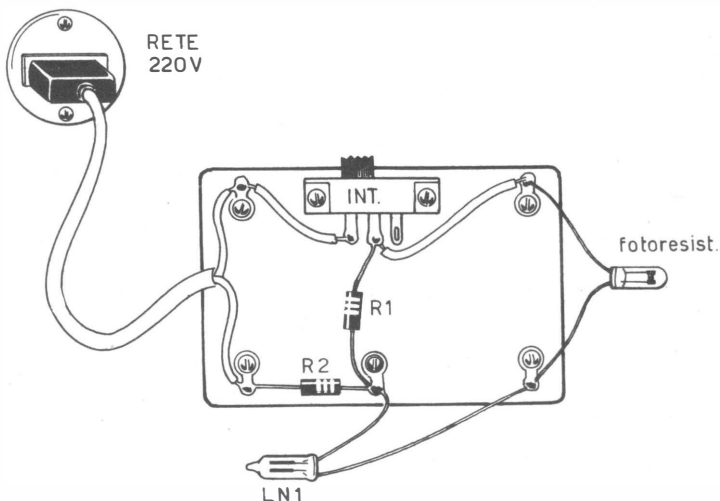
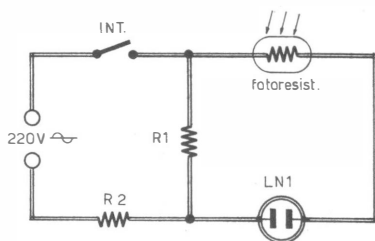
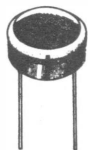
Si tratta ora di stabilire il valore della potenza di dissipazione di tale resistenza. Esso viene determinato per mezzo della seguente formula:

$$W = VA$$

cioè:

$$0{,}3 \times 3 = 0{,}9 \text{ watt}$$

Dunque, la potenza di dissipazione della resistenza deve essere di 1 watt. In pratica per una maggiore sicurezza del

La fotoresistenza è un componente il cui valore ohmmico varia col variare della luce che la colpisce. Questo circuito evidenzia tale fenomeno facendo variare le condizioni di luminosità ambientale.

Esempio di fotoresistenza di produzione Philips con valore resistivo massimo, in oscurità completa, di 10 megaohm.

circuito, cioè per evitare un surriscaldamento della resistenza di caduta, si può assumere il valore di 2 watt. Se si inserisse nel circuito una resistenza di 1/4 di watt, si sperimenterebbe l'insufficienza di tale valore perchè la resistenza stessa si riscalderebbe al punto tale da bruciarsi.

Un'altra esperienza molto interessante può essere realizzata con l'uso di una fotoresistenza di tipo ORP60. Realizzando un partitore di tensione, composto da due resistenze R1=140 Kohm ed R2=70 Kohm, si riduce la tensione di rete di 220 volt al valore di 110 volt. La lampada al neon LN1 deve avere un valore della tensione di innesco di 60-70 volt. Mantenendo il circuito al buio la lampada al neon non si accende, mentre sottoponendo la fotoresistenza alla luce, la lampada al neon si accende e si accende sempre più con l'aumentare dell'intensità di luce incidente sulla superficie attiva della fotoresistenza. Si esperimenta così il fatto per cui, coll'aumentare della luce, la resistenza interna della fotoresistenza diminuisce ed aumenta, di conseguenza, il flusso di corrente che percorre il circuito, facendo in modo che la lampada al neon si illumini sempre di più.

TRASFORMATORI

TRASFORMATORI

Il trasformatore rappresenta uno dei componenti più importanti di ogni ricevitore radio. Esso provvede a trasformare la tensione elettrica della rete-luce nei valori di tensione necessari per alimentare il circuito del radioricevitore. Esso rappresenta una macchina elettrica, più precisamente una macchina statica, e fonda il suo principio di funzionamento sulla teoria dell'induzione elettromagnetica.

L'elemento essenziale per far funzionare un trasformatore è l'impiego delle correnti elettriche variabili (correnti pulsanti o correnti continue). Infatti soltanto se le correnti sono variabili, anche il campo elettromagnetico da esse generato è variabile e può generare in un avvolgimento, elettricamente isolato, una corrente indotta.

Ogni trasformatore è costituito almeno da due avvolgimenti, elettricamente separati tra di loro; in uno di questi due avvolgimenti si fa scorrere la corrente che si ha a disposizione; nel secondo avvolgimento si ottiene la tensione desiderata, che dipende dal calcolo con cui il trasformatore è stato progettato. I due avvolgimenti prendono rispettivamente i nomi di « avvolgimento primario » e « avvolgimento secondario ».

I due avvolgimenti sono avvolti su un nucleo di ferro laminato, formato da un pacchetto di lamierini di ferro al silicio. Gli avvolgimenti, che possono essere due o più di due, sono sovrapposti oppure affiancati ma, in ogni caso, sono isolati tra di loro. Il filo conduttore di cui sono formati è isolato in smalto o doppio strato di cotone o seta. Il trasformatore del ricevitore radio è dotato di un avvolgimento primario composto da un numero elevato di spire (da alcune centinaia sino ad un migliaio ed oltre). Più grande è la tensione applicata all'avvolgimento primario e più grande è il numero di spire di cui esso è composto. Facciamo qualche esempio: per la tensione di 110 V occorrono 560 spire; per la tensione di 220 V occorrono più di 1000 spire. Il diametro del filo, con cui si effettua l'avvolgimento, dipende dalla intensità di corrente che si vuol far scorrere attraverso l'avvolgimento stesso.
Il trasformatore dell'apparecchio radio è dotato di un solo avvolgimento primario e di due o più avvolgimenti secondari. Il numero di spire che compongono gli avvolgimenti secondari è proporzionato a quello delle spire dell'avvolgimento primario, la tensione presente ai capi dell'avvolgimento secondario è quella stessa presente sui terminali dell'avvolgimento primario. In tal caso non esiste trasformazione di tensione. La tensione sui terminali dell'avvolgimento secondario dipende dal rapporto di trasformazione, ossia dal rapporto del numero di spire dell'avvolgimento primario e di quelle dell'avvolgimento secondario.

Generalmente i trasformatori dei ricevitori radio sono dotati di due o tre avvol-

gimenti secondari: il primo serve a produrre l'alta tensione necessaria per far funzionare le valvole, gli altri due servono per accendere le lampadine che illuminano la scala parlante del ricevitore radio e un particolare elemento, contenuto dentro tutte le valvole elettroniche, che prende il nome di « filamento ».

L'avvolgimento secondario, che eroga l'alta tensione, è costituito da una grossa bobina di filo molto sottile, da 0,1 a 0,2 mm. Il numero di spire è di 3000, più o meno, a seconda del tipo di trasformatore e della tensione massima. Gli avvolgimenti secondari, che erogano tensioni che si aggirano intorno ai 5-6 V, sono costituiti da poche spire di filo di rame smaltato di diametro maggiore.

In radiotecnica i trasformatori hanno proporzioni relativamente elevate rispetto a tutti gli altri componenti e possono essere « corazzati », oppure no. I primi sono completamente rinchiusi in una custodia metallica che ha funzioni di schermo; i secondi sono sprovvisti di tale custodia e in essi sono visibili i lamierini, che formano il pacco lamellare, e parte dell'avvolgimento.

Anche il trasformatore di alimentazione, come tutti gli altri componenti radioelettrici, si esprime, nei circuiti teorici, per mezzo di un simbolo elettrico.

L'autotrasformatore

In molti tipi di ricevitori radio il trasformatore è sostituito da un componente molto simile, che prende il nome di « autotrasformatore ». Anche questo componente fonda il suo principio di funzionamento sulla teoria dell'induzione elettromagnetica. Come il trasformatore, anche l'autotrasformatore fa impiego di un pacco lamellare, ma non vi sono avvolgimenti secondari; esiste un unico avvolgimento dotato di prese intermedie; da queste prese intermedie si preleva la tensione di valore superiore a quella della rete-luce, e si prelevano anche le basse tensioni necessarie per l'accensione dei filamenti delle valvole e delle lampadine di illuminazione della scala parlante.

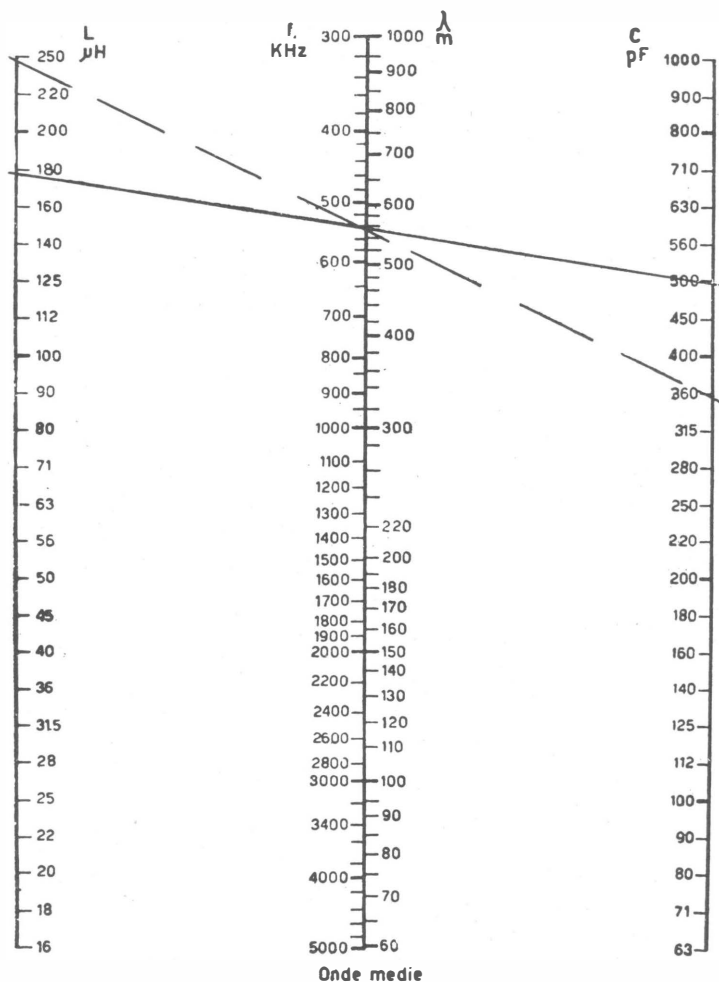
L'autotrasformatore presenta un solo vantaggio rispetto al trasformatore: quello di costare di meno e di essere meno voluminoso. Ma l'autotrasformatore presenta anche un grande vantaggio rispetto al trasformatore: quello di non avere un isolamento elettrico fra la tensione di rete-luce e i circuiti radioelettrici. A molti, infatti, sarà capitato di toccare con un dito il telaio di un apparecchio radio funzionante, dotato di autotrasformatore, e di prendere la scossa; tale fenomeno si presta ad una immediata spiegazione: poichè l'autotrasformatore è dotato di un solo avvolgimento, la tensione della rete-luce, pur risultando trasformata nel suo valore reale, è direttamente applicata ai circuiti dell'apparecchio radio e, in parte, anche al telaio.

Il calcolo dell'induttanza

Il metodo grafico per il calcolo delle bobine di alta frequenza è senza dubbio il più semplice e il più rapido. Quello matematico, se da una parte permette il raggiungimento di risultati più precisi, dall'altra richiede operazioni assai complesse, buona preparazione radiotecnica e una certa familiarità con la matematica. Il metodo grafico permette di giungere agli stessi risultati, anche se i dati costruttivi ottenuti si riferiscono alle sole bobine cilindriche ad un solo strato. Occorre tener presente, tuttavia, che con entrambi i metodi, quello puramente matematico e quello grafico, non si riesce mai ad avere risultati precisissimi. La precisione viene ottenuta in un secondo tempo, in fase sperimentale, apportando lievi alterazioni ai dati ottenuti.

Come si determina il valore dell'induttanza

La grandezza elettrica prima che caratterizza una bobina è il valore della sua induttanza. E la sua unità di misura, come si sa, è l'henry. Sottomultiplo molto usato è il « microhenry », corrispondente ad un millesimo di henry.

NOMOGRAMMA N. 1

Quando in pratica si vuol costruire una bobina da inserire in un circuito oscillatorio, occorre, prima di tutto, determinare il valore della sua induttanza. Ma per arrivare al valore dell'induttanza è necessario conoscere il valore del condensatore variabile inserito nel circuito e la gamma di frequenze in cui « lavora » quel circuito. Conoscendo questi due dati, mediante il nomogramma n. 1 è facile dedurre il valore dell'induttanza della bobina. Nel nomogramma n. 1 sono riportate tre scale. In quella di destra sono esposti i valori delle capacità dei condensatori variabili, espressi in picofarad (pF); nella scala centrale sono espressi i valori di frequenza in cui lavora un circuito, espressi in chilohertz (KHz), e ciò è indicato nella numerazione a sinistra e sono pure espressi i corrispondenti valori (numerazione di destra), della lunghezza di onda, espressi in metri (m). Nella scala di sinistra sono indicati i valori dell'induttanza in microhenry.

Supponiamo ora di dover determinare il valore dell'induttanza della bobina di sintonia di un normale ricevitore supereterodina. Occorre tener presente che i condensatori variabili, nei radioricevitori, hanno in genere il valore di 500 pF; fanno eccezione i ricevitori a circuito supereterodina a transistor, in cui vengono utilizzati condensatori variabili a minor capacità. E per quanto si riferisce alla lunghezza d'onda (o frequenza), basta ricordare che, per le onde medie, il valore massimo di lunghezza d'onda è di circa 550 metri (limite estremo di gamma raggiunto con il condensatore variabile completamente chiuso).

Con questi dati ora si fa impiego del nomogramma n. 1; in pratica ci si servirà di un righello e si congiungerà il valore di 500 pF (scala di destra) con quello di 500 metri (scala al centro). Il righello, così disposto, passerà per il valore di 180 microhenry circa e questo è il valore dell'induttanza della bobina che si deve inserire nel circuito supposto nell'esempio. Nel nomogramma n. 1 questo esempio è indicato dalla linea intera che interseca le tre scale. Con la bobina di 180 microhenry, dunque, e con un condensatore variabile della capacità di 500 pF, completamente chiuso, cioè quando le lamine mobili si trovano completamente introdotte fra quelle fisse, la frequenza di risonanza del circuito è pari alla lunghezza d'onda di 550 metri. Aprendo il condensatore variabile, invece, la frequenza di risonanza del circuito aumenta gradatamente e diminuisce la lunghezza d'onda.

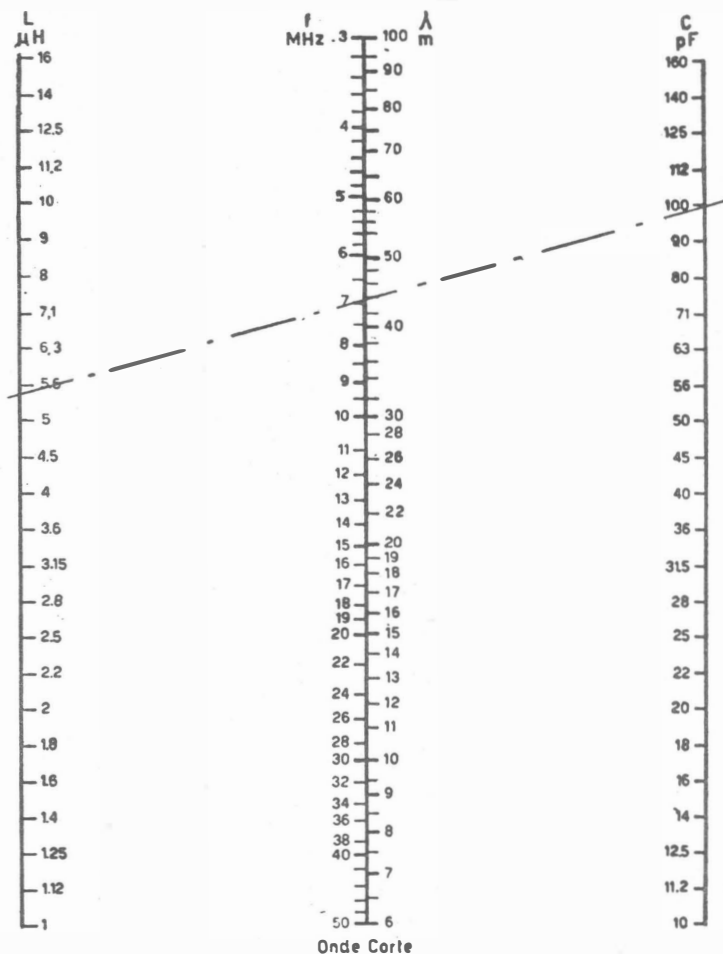
Teoricamente, con il condensatore variabile completamente aperto, la capacità dovrebbe essere ridotta a zero; in pratica, però, si ha una capacità residua che si aggira sull'ordine dei 10 picofarad. Inoltre, a questa capacità si deve aggiungere quella introdotta dal circuito oscillatorio e cioè dalla bobina e dai collegamenti che, come ogni altro componente radioelettrico, hanno pure un loro valore capacitivo, sia pure di minima grandezza. Per tali ragioni in un circuito oscillatorio per onde medie è difficile ottenere una capacità minima complessiva inferiore ai 40-50 pF (ci riferiamo al caso di bobine autocostruite).

Nei circuiti ad onde corte, in cui si impiegano condensatori variabili di minor capacità, anche quella residua è logicamente inferiore. Inoltre, per questi circuiti le bobine vengono costruite in modo che l'inevitabile capacità che si forma tra spira e spira sia ridotta al minimo e si cerca, altresì, di effettuare dei collegamenti tanto più corti quanto minore è la lunghezza d'onda.

Come si determina il numero delle spire

Abbiamo imparato, mediante il nomogramma n. 1, a determinare il valore dell'induttanza delle bobine. Vediamo ora come è possibile, conoscendo l'induttanza, determinare il numero delle spire con cui si deve costruire una bobina.

Il problema è abbastanza semplice e a ciò serve il nomogramma n. 3. Per far uso di questo nomogramma, però, oltre all'induttanza della bobina, occorre pure cono-

NOMOGRAMMA N. 2

scere il diametro della stessa e la lunghezza dell'avvolgimento o, più precisamente, il rapporto tra il diametro della bobina e la sua lunghezza. Per conoscere tali dati si ricorre ad una regola empirica. Per le bobine delle onde medie si sceglie il valore del diametro entro i limiti di 2-3 centimetri, mentre per le onde corte e cortissime questi limiti sono di 1-2 centimetri.

Sempre con una regola empirica si determina il valore del rapporto diametro-lunghezza della bobina. Questo valore va scelto entro i limiti di 0,5-2. Ovviamente, una volta fissati il diametro della bobina e il valore del rapporto testè citato, si deduce facilmente la misura della lunghezza. Ma facciamo subito un esempio. Supponiamo di aver fissato il diametro della bobina che si vuol costruire nella misura di 2,5 centimetri e di aver attribuito al rapporto diametro/lunghezza il valore di 1,5.

La lunghezza della bobina si ottiene subito dividendo il suo diametro per il valore del rapporto e cioè dividendo 2,5 per 1,5 che dà come quoziente 1,66 centimetri (2,5 : 1,5 = 1,66 centimetri).

Serviamoci, ora, del nomogramma n. 3. In esso, a cominciare da destra, nella prima scala sono riportate le misure dei diametri delle bobine, espresse in centimetri; nella seconda scala sono riportati i valori del rapporto diametro/lunghezza (D/B), di cui abbiamo ampiamente parlato; nella terza scala sono riportati i valori delle induttanze delle bobine, espresse in microhenry e che si determinano mediante il nomogramma n. 1 nel modo che abbiamo insegnato; nella quarta colonna, che sarebbe poi la prima a sinistra, sono riportati i vari numeri di spire.

L'impiego pratico di questo nomogramma è semplice. Si congiunge dapprima il punto della scala D, corrispondente al diametro della bobina, con il punto della scala L, corrispondente al valore dell'induttanza già determinata mediante il nomogramma n. 1.

Questa linea interseca la linea tratteggiata verticale, che si trova fra la scala N e la scala L del nomogramma, in un punto sul quale si farà un segno col lapis qualora si sia fatto uso del righello nel congiungere la scala D e la scala L, senza tracciare alcuna linea per non sporcare il nomogramma. Basterà ora congiungere il punto della scala D/B, corrispondente al rapporto diametro/lunghezza della bobina, con il punto segnato a lapis sulla linea tratteggiata, per conoscere il numero di spire indicato sulla scala N nel punto in cui essa viene intersecata dal righello.

Ma spieghiamoci meglio riprendendo l'esempio già citato. Le condizioni poste erano le seguenti:

Rapporto	
diam./lungh. (D/B)	= 1,5 centimetri
Diametro bobina (D)	= 2,5 centimetri
Induttanza (L)	= 180 microhenry

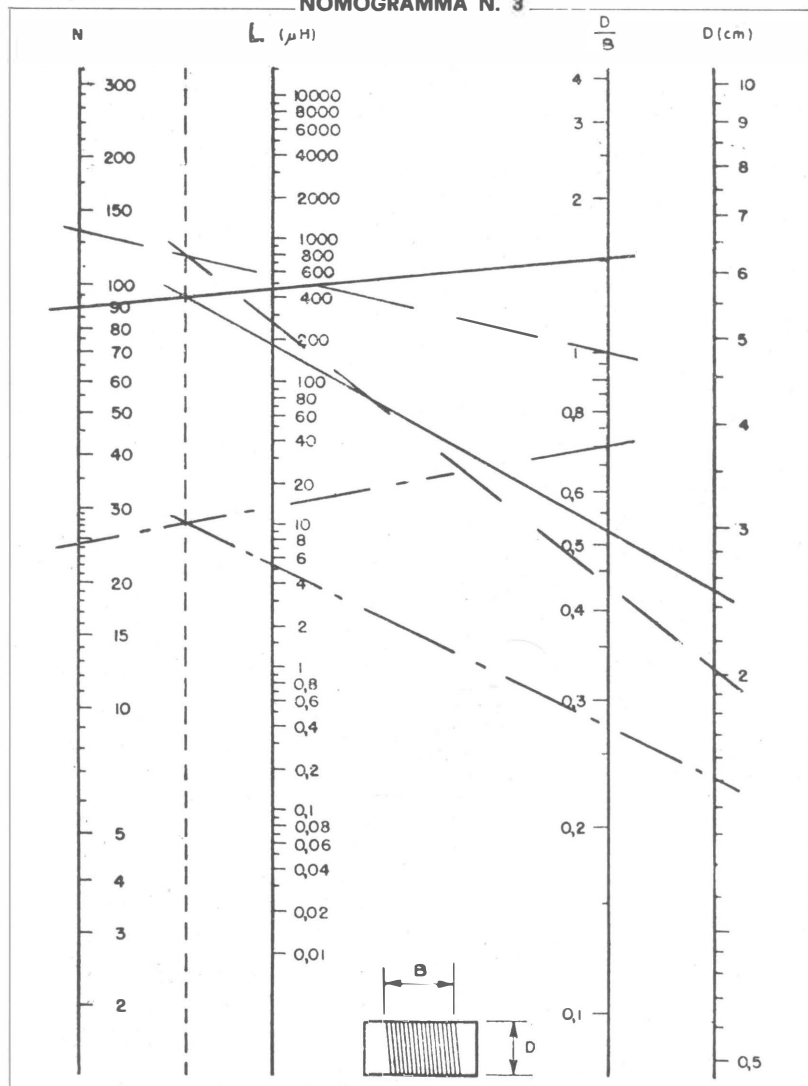
Congiungiamo il punto corrispondente a 180 sulla scala L e segnamo con un lapis il punto in cui questa congiungente interseca la linea verticale tratteggiata.

Congiungiamo ora il punto corrispondente a 1,5 sulla scala D/B con il punto prima segnato col lapis sulla linea tratteggiata verticale; si trova che questa congiungente interseca la scala N nel punto contrassegnato con il valore 90. E questo numero indica appunto il numero di spire con cui deve essere costituita la bobina. Questo esempio è rappresentato, nel nomogramma n. 3, dalle due linee intere che intersecano le varie scale.

Per quanto riguarda il diametro del filo da utilizzare per l'avvolgimento, esso lo si deduce dividendo il valore della lunghezza dell'avvolgimento, espresso in millimetri, per il numero delle spire; nel nostro esempio si ha:

16,6 : 90 = 0,18 millimetri

Dunque per l'avvolgimento occorre utilizzare filo da 0,18 millimetri di diametro.

NOMOGRAMMA N. 3
N
L (μH)
D/B
D (cm)
300
200
150
100
90
80
70
60
50
40
30
20
15
10
5
4
3
2
10000
8000
6000
4000
2000
1000
800
600
400
200
100
80
60
40
20
10
8
6
4
2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0,1
0,08
0,06
0,04
0,02
0,01
4
3
2
1
0,8
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
10
9
8
7
6
5
4
3
2
0,5
B
D

Pratica con i nomogrammi

Per imparare a far uso rapido dei nomogrammi il lettore non dovrà accontentarsi della sola lettura della nostra esposizione. Occorre fare esercizio con diversi esempi prima di dire d'aver perfettamente imparato a calcolare le bobine e, naturalmente, custodire gelosamente i nomogrammi da noi riprodotti che, all'occasione, costituiranno un materiale prezioso per il laboratorio.

Comunque eccoci di nuovo ad insistere con gli esempi.

Risolviamo questo problema: « Si calcoli una bobina per onde medie da utilizzarsi con un condensatore variabile da 350 pF ».

La prima operazione da fare è la seguente: determinare il valore dell'induttanza della bobina. A questo scopo poniamo mano sul nomogramma n. 1 e armiamoci di un righello. Sappiamo che la capacità è di 350 pF e sappiamo pure che la frequenza massima su cui si accorda il circuito oscillatorio, per quel che riguarda le onde medie corrispondenti ad una lunghezza d'onda, è di 550 metri circa. Congiungiamo il punto corrispondente a 350 sulla scala C con il punto corrispondente a 550 sulla scala centrale del nomogramma n. 1. Questa congiungente interseca la scala L nel punto corrispondente al valore di 250 microhenry: è questo il valore dell'induttanza della bobina che si vuol costruire (questo esempio è rappresentato dalla linea tratteggiata nel nomogramma n. 1).

Determiniamo ora il numero delle spire e la sezione del filo.

Poniamo il diametro della bobina uguale a 2 centimetri e scegliamo il rapporto D/B = 1 (si era detto che per i diametri delle bobine per onde medie si consiglia di scegliere valori compresi fra 2 e 3 centimetri e che il rapporto D/B va scelto fra i limiti di 0,5 e 2). La lunghezza della bobina risulta:

$$2 : 1 = 2 \text{ centimetri}$$

Con un righello si congiunge il punto 2 della scala D del nomogramma n. 3 con il punto 250 della scala L e si segna con un lapis il punto in cui questa congiungente interseca la linea tratteggiata verticale. Si congiunge ora il punto 1 della scala D/B con il punto segnato a lapis e si legge, sulla scala N, il valore corrispondente al punto in cui questa scala viene intersecata dal righello. Questo valore corrisponde al numero di spire con cui deve essere avvolta la bobina: 130 circa (questo esempio è rappresentato dalle due linee tratteggiate sul nomogramma n. 3).

Dividendo la lunghezza della bobina, espressa in millimetri, per il numero di spire, si ottiene il diametro del filo. Nel nostro caso si ha:

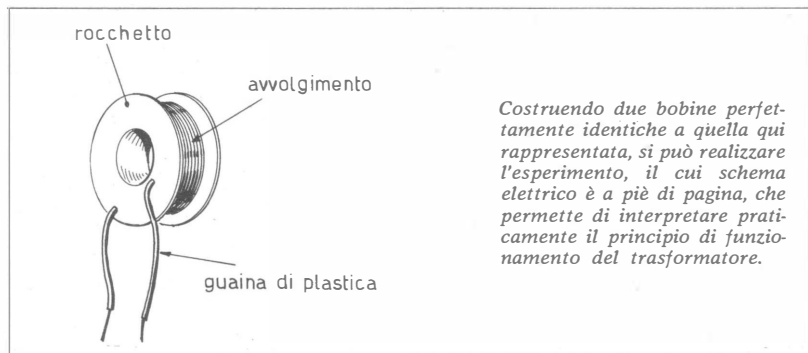
$$20 : 130 = 0{,}15 \text{ millimetri}$$

Bobine per onde corte

La teoria esposta e gli esempi finora citati sono sempre stati riferiti alla costruzione delle bobine per onde medie. Tuttavia sappiamo quanto spesso nella pratica si abbia a che fare con bobine per onde corte e del resto la teoria ora esposta si estende facilmente anche a questo tipo di bobine, per cui non ci resta che produrre un ulteriore esempio di costruzione di bobina adatta per circuito oscillatorio ad onde corte.

Il procedimento è sempre lo stesso, purchè si ricordi la regola empirica esposta per la quale, nel caso delle onde corte, si consiglia di scegliere il diametro delle bobine compreso tra i valori di 1-2 centimetri.

Un secondo accorgimento, da tener presente nella costruzione delle bobine per onde corte, è quello di mantenere le spire spaziate tra di loro, cioè di lasciar un certo intervallo tra spira e spira che, in linea di massima, si può ritenere uguale al diametro del filo impiegato per l'avvolgimento. Ma vedremo più avanti come ci si regolerà a questo proposito. Intanto facciamo l'esempio.

La capacità del condensatore variabile sia di 100 pF e la massima lunghezza d'onda sia di 44 metri.

Costruendo due bobine perfettamente identiche a quella qui rappresentata, si può realizzare l'esperimento, il cui schema elettrico è a piè di pagina, che permette di interpretare praticamente il principio di funzionamento del trasformatore.

Serviamoci del nomogramma n. 2 e con il solito sistema determiniamo il valore dell'induttanza che risulta di 5,5 microhenry.

Stabiliamo per la bobina un diametro di 1,5 centimetri e un rapporto D/B = 0,7 da cui ricaviamo la lunghezza B della bobina:

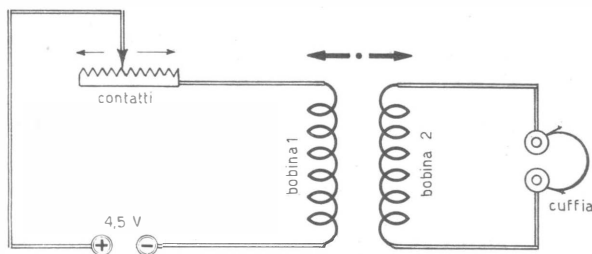
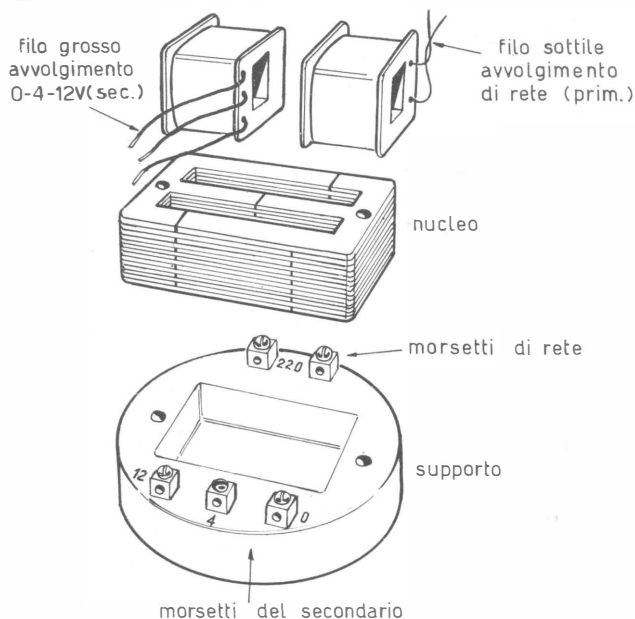
$$1{,}5 : 0{,}7 = 2{,}1 \text{ centimetri}$$

Facciamo ora uso del nomogramma n. 3 e con il solito sistema, ormai ben noto, si determina il numero di spire che risulta essere di 24. Questo esempio sul nomogramma n. 3 è indicato dalle due linee composte mediante punti e lineette.

Dividendo ora la lunghezza della bobina, espressa in millimetri, per il numero di spire, si ottiene il diametro del filo da impiegare:

$$21 : 24 = 0{,}87 \text{ millimetri}$$

Quindi per questa bobina bisognerebbe utilizzare filo da 0,87 millimetri di diametro. Ma come abbiamo già detto le bobine per onde corte debbono essere costruite

Il contatto, a denti di sega, si riferisce, in pratica, ad un filo strisciante sopra una lima. Con questo sistema di chiusura del circuito pilotato dalla pila, nell'avvolgimento primario fluisce una corrente variabile, che fa funzionare il trasformatore, producendo rumorosità nella cuffia.

Il trasformatore per campanelli elettrici è il più comune fra tutti. Esso si compone, principalmente, di due avvolgimenti, di un nucleo, composto da un pacco lamellare, e da un supporto munito di morsetti per il fissaggio dei terminali dei conduttori.

con le spire distanziate tra di loro e ciò per diminuire la loro capacità. Per tale motivo, in pratica, si usa filo di diametro il cui valore sia la metà di quello che si deduce mediante l'impiego del nomogramma.

Nel nostro caso si utilizzerà filo di diametro 0,87 : 2 = 0,435 millimetri.

Questo accorgimento va bene finchè si voglia utilizzare filo di tipo smaltato, cioè scoperto.

Ma il problema si risolve diversamente utilizzando filo ricoperto in seta o in cotone. Il questo caso il diametro ottenuto mediante il nomogramma viene conservato nella realtà. Infatti utilizzando filo con doppia copertura di cotone il cui diametro esterno sia di 0,85 millimetri si ha, in pratica, un filo di diametro 0,65 millimetri circa (diametro reale del filo cioè diametro interno). La copertura in cotone del filo funge da distanziatore fra le spire. E se anche la distanza che separa le spire tra di loro sarà inferiore a quella consi-

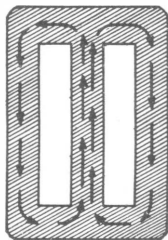
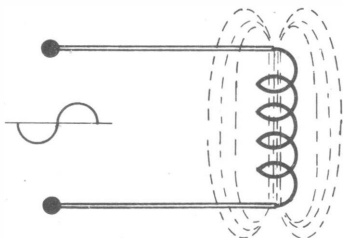
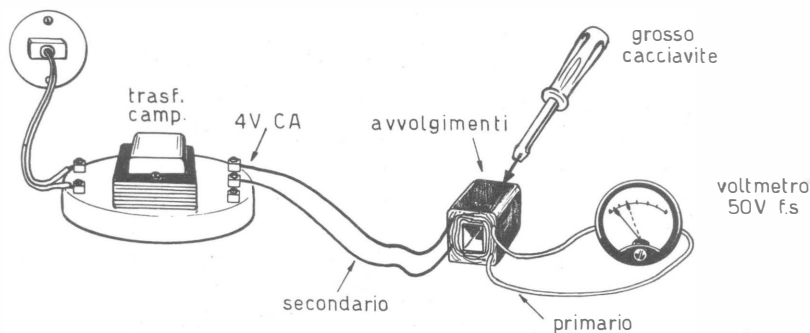
gliata (cioè pari al diametro del filo), essa sarà sufficiente a ridurre la capacità della bobina entro limiti praticamente accettabili.
Si tenga però presente che l'uso di filo ricoperto in seta, o cotone, va limitato alle bobine per le gamme dei 40 e 80 metri. Al di sotto dei 40 metri si consiglia di impiegare filo scoperto, tenendo distanziate le spire tra di loro.

Esperimenti con le induttanze

Per comprendere nella sua intima essenza il funzionamento di un trasformatore, occorre realizzare un rocchetto, munito di foro centrale del diametro di 2 o 3 centimetri, sul quale si realizza un avvolgimento ordinato di 300-400 spire circa di filo di rame smaltato del diametro di 0,5 millimetri. Uno dei due terminali dell'avvolgimento verrà collegato al morsetto negativo di una pila a 4,5 volt; l'altro terminale dell'avvolgimento verrà collegato saldamente ad una grossa lima. Il terminale positivo della pila viene lasciato libero e, durante l'esperimento, verrà fatto strisciare sulla superficie zigrinata della lima. Ma per essere veramente completo, l'esperimento verrà completato con la costruzione di una seconda bobina perfettamente identica alla prima; sui terminali della seconda bobina si collegheranno i conduttori di una qualsiasi cuffia telefonica. Calzando la cuffia e sfregando il conduttore proveniente dal morsetto positivo della pila sulla zigrinatura della lima, si udranno, in cuffia, delle rumorosità. Perchè avviene tale fenomeno?

Durante lo sfregamento del conduttore sulla lima, la corrente che attraversa l'avvolgimento della bobina non è più continua, ma è una corrente variabile e, com'è stato detto, le correnti variabili che attraversano un'induttanza danno luogo alla formazione di un campo elettromagnetico variabile; questo campo elettromagnetico investe una seconda bobina, generando in questa una corrente indotta, variabile, che produce rumorosità nella cuffia. Ma le rumorosità possono essere più o meno intense a seconda della vicinanza delle due bobine. Per rendersi conto di questo importante fenomeno basterà avvicinare o allontanare tra di loro le due bobine durante l'ascolto.

Per comprendere poi l'importanza del nucleo ferromagnetico, sempre presente nei trasformatori e quasi sempre nelle bobine di induttanza, occorre inserire nei fori dei due rocchetti un ferro ripiegato ad U; introducendo ed estraendo tale ferro dai rocchetti, si noterà che il rumore in cuffia aumenta e diminuisce. Ciò si spie-

Il nucleo ferromagnetico, presente nei trasformatori, serve ad incanalare le linee di forza magnetiche generate dall'avvolgimento, evitandone dannose dispersioni. Anche il campo magnetico (insieme delle linee di forza) segue l'andamento sinusoidale della corrente che percorre gli avvolgimenti.

Con questo esperimento si stabilisce l'efficacia del nucleo ferromagnetico sul quale si realizzano gli avvolgimenti dei trasformatori. Il grosso cacciavite sostituisce il nucleo; la sua introduzione o l'estrazione dal vano centrale del cartoccio provoca notevoli variazioni di tensione.

ga facilmente se si pensa che il ferro raccoglie in sè i campi elettromagnetici, evitando le dispersioni ed aumentando in tal modo l'intensità della corrente indotta nel secondo rocchetto. Su questo principio è basato il funzionamento di ogni trasformatore.

Trasformatore per campanelli

Il trasformatore più comune fra tutti e universalmente conosciuto anche dai non competenti è senza dubbio quello incorporato nelle suonerie elettriche per uso domestico. Questo trasformatore è composto da due avvolgimenti: quello sottoposto alla tensione di rete e quello che eroga la bassa tensione necessaria per il funzionamento del campanello elettrico. Il primo prende il nome di avvolgimento primario, il secondo prende il nome di avvolgimento secondario. L'avvolgimento primario, che è sottoposto ad una tensione relativamente elevata (125-220 V), è percorso da una corrente elettrica di piccola intensità; l'avvolgimento secondario, i cui terminali sono sottoposti ad una tensione relativamente bassa (4-6-12 V), è percorso da una corrente elettrica relativamente elevata. Per questi motivi l'avvolgimento primario del trasformatore per campanelli è composto con filo conduttore molto sottile, mentre l'avvolgimento secondario è composto con filo di diametro relativamente elevato, allo scopo di poter sopportare la notevole intensità di corrente che lo percorre.

Il trasformatore per campanelli è composto di due elementi fondamentali: l'avvolgimento (in pratica due avvolgimenti realizzati su un cartoccio-supporto) e il nucleo ferromagnetico, che è composto da un pacco di lamierini di ferro dolce. Il compito del pacco lamellare è quello di incorporare i campi elettromagnetici, impedendone la dispersione nello spazio circostante. La forma del nucleo ferromagnetico, cioè del pacco lamellare, non viene stabilita a caso; essa riproduce in pratica il percorso delle linee di forza magnetiche generate dall'avvolgimento primario.

Per comprendere l'importanza del nucleo ferromagnetico conviene eseguire un

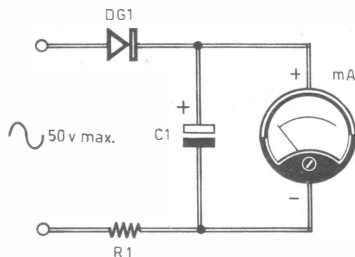
esperimento. Ci si fornisce di due trasformatori per campanelli elettrici. Si smonta uno di questi due trasformatori, mettendone a nudo il cartoccio contenente gli avvolgimenti; i terminali dell'avvolgimento primario verranno collegati ai morsetti di un voltmetro da 50 volt fondo-scala; i terminali dell'avvolgimento secondario verranno collegati sui morsetti dell'altro trasformatore per campanelli e precisamente su quelli nei quali è presente la tensione di 4 volt. Una volta inserita la spina nella presa di corrente, il complesso è pronto per l'esperimento. Ci si fornisce di un grosso cacciavite, cioè di un cacciavite in cui la parte metallica sia di notevoli dimensioni. Questo cacciavite verrà fatto entrare lentamente nel cartoccio contenente gli avvolgimenti del trasformatore; l'esperienza verrà completata estraendo poi lentamente il cacciavite dal cartoccio. Durante questi movimenti si terrà sott'occhio l'indice dello strumento e si noterà che le indicazioni di maggiore tensione si otterranno soltanto quando il cacciavite risulterà completamente introdotto nel cartoccio.

Durante la manovra di inserimento del cacciavite, l'indice del voltmetro si sposterà verso i valori superiori; durante la manovra di estrazione del cacciavite, l'indice del voltmetro tenderà a riportarsi verso lo zero.

L'esperimento ora descritto può essere condotto anche con un voltmetro autocostruito, cioè facendo impiego di un milliamperometro da 1 mA fondo-scala. Il circuito deve essere completato collegando, in parallelo ai morsetti dello strumento, un condensatore elettrolitico da 2 μF-15 Vl. In serie ai conduttori dello strumento si collegheranno un diodo al germanio e una resistenza; il diodo al germanio, di tipo OA81, dovrà essere inserito sul conduttore della tensione positiva, mentre la resistenza, che ha il valore di 50.000 ohm, dovrà essere inserita sul conduttore che fa capo al morsetto negativo dello strumento. La portata del voltmetro così ottenuto si aggira intorno ai 50 V fondo-scala.

Collegamenti nei trasformatori

Gli avvolgimenti primari e quelli secondari dei trasformatori possono essere talvolta collegati tra di loro per un pratico adattamento alla tensione dell'avvolgimento primario e per ottenere valori diversi di tensione sull'avvolgimento secondario.

Ad esempio, possedendo un trasformatore munito di due avvolgimenti secondari, uno a 50 V e l'altro a 100 V, si possono collegare tra di loro i due avvolgimenti per ottenere una tensione risultante di 150 V. Si tratta di eseguire un collegamento in serie, che non può essere realizzato senza tener conto del senso di avvolgimento dei conduttori. Infatti, se nel punto di congiungimento di due terminali le due tensioni in essi presenti risultano di fase opposta, può accadere che i valori delle tensioni, anzichè sommarsi tra di loro, si sottraggano, cioè invece di ottenere la tensione risultante di 150 V, può ca-

Il voltmetro necessario per la realizzazione dell'esperimento illustrato alla pagina precedente può essere ottenuto anche servendosi di un milliamperometro e realizzando il circuito qui presentato.

pitare di ottenere una tensione di 50 V (100 — 50 = 50 V).

Questo stesso principio di collegamento tra avvolgimenti secondari di uno stesso trasformatore si estende anche al caso di due trasformatori separati, per i quali possono essere collegati tra loro gli avvolgimenti primari e quelli secondari. Se, per esempio, gli avvolgimenti secondari sono in grado di erogare tensioni di 200 V e 150 V, con il collegamento si potrà raggiungere il valore risultante di 350 V. Questo tipo di collegamento rimane condizionato al tipo di avvolgimenti primari dei due trasformatori, che devono essere progettati per l'alimentazione con uno stesso valore di tensione di rete.

Calcolo del trasformatore di alimentazione

I problemi che normalmente si presentano al radioriparatore, quando il trasformatore di alimentazione è guasto o difettoso, sono due: riavvolgere tutto o in parte il trasformatore, cambiarne le caratteristiche.

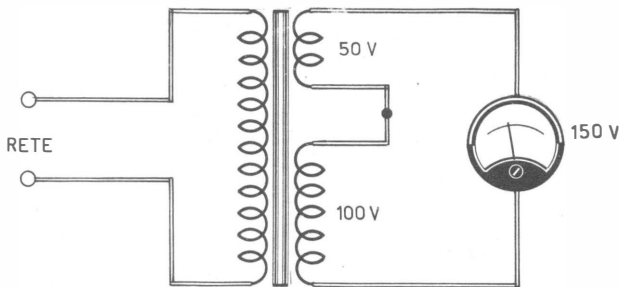
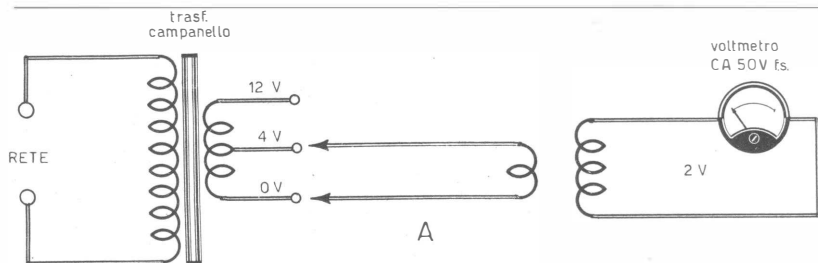
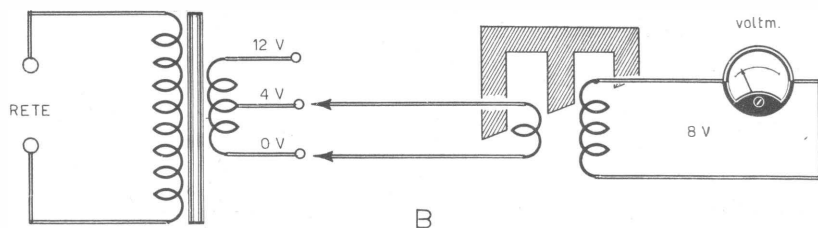
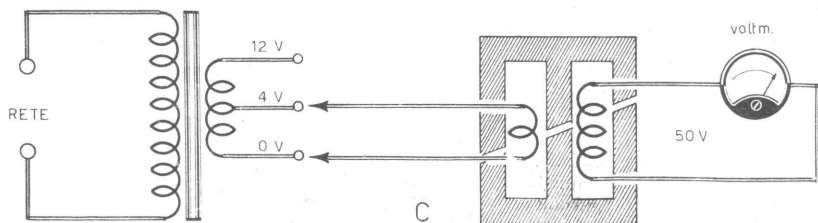
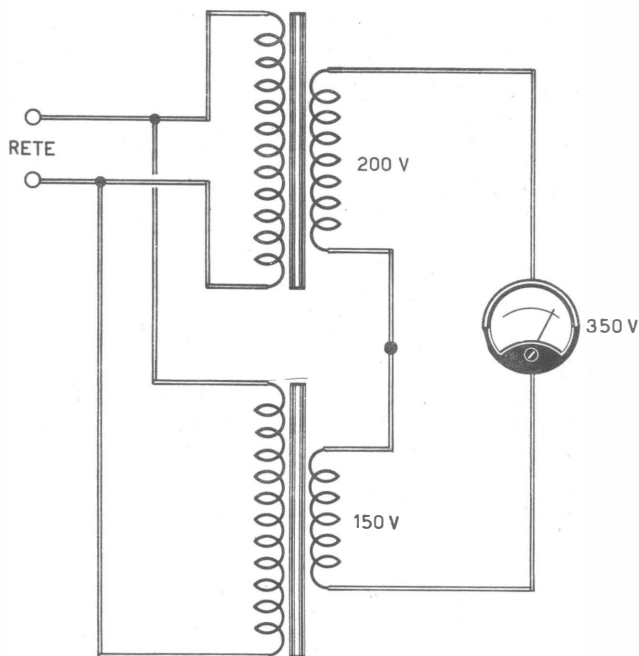
Il primo problema è il più semplice e richiede un lavoro di ordine manuale; il secondo problema è assai più complesso, perchè richiede alcuni calcoli che, tuttavia, possono essere semplificati e resi accessibili anche a coloro che con la matematica non hanno troppa dimestichezza.

Per riavvolgere un trasformatore d'alimentazione difettoso o con qualche avvolgimento bruciato sarà sufficiente rilevare il numero di spire e le altre caratteristiche degli avvolgimenti preesistenti, in modo da poter procedere al riavvolgimento.

Per la risoluzione del secondo problema, cioè per la progettazione e la realizzazione di un trasformatore di alimentazione nuovo, le cose cambiano ed occorre procedere all'esecuzione di alcuni calcoli, peraltro semplici ed accessibili a tutti. Gli elementi fondamentali che il costruttore deve conoscere, prima di accingersi al calcolo, sono:

1. - **Tensione da applicare all'avvolgimento primario.**
2. - **Tensione che si vuol ottenere sull'avvolgimento secondario.**
3. - **Intensità di corrente che si vuol assorbire dall'avvolgimento secondario.**

Prendendo le mosse da questi dati, il costruttore dovrà calcolare:

1. - **Sezione del nucleo ferromagnetico.**
2. - **Numero di spire per volt dell'avvolgimento primario.**
3. - **Numero di spire per volt dell'avvolgimento secondario.**
4. - **Sezione di filo necessario per effettuare l'avvolgimento primario.**

Se il collegamento fra i due avvolgimenti secondari è ottenuto in rispetto alle fasi della tensione, il valore risultante è pari alla somma delle singole tensioni.

Senza la presenza del nucleo ferromagnetico, la tensione presente sull'avvolgimento secondario, segnalata dal voltmetro, assume un valore di poco superiore a quello della tensione presente nel primario.

L'inserimento di un certo numero di lamierini, in veste di nucleo ferromagnetico, provoca un sensibile aumento del valore della tensione presente nell'avvolgimento secondario.

L'inserimento, nel cartoccio del trasformatore sul quale sono realizzati gli avvolgimenti, del maggior numero possibile di lamierini, provoca il massimo aumento di tensione sull'avvolgimento secondario.

Nei trasformatori è a volte possibile collegare, in parallelo fra di loro, gli avvolgimenti primari. Gli avvolgimenti secondari sono in grado di erogare una tensione pari alla somma delle singole tensioni, soltanto se si realizzano collegamenti in serie e si tiene conto delle fasi delle tensioni.

5. - Sezione di filo necessario per effettuare l'avvolgimento secondario.

6. - Numero di spire che si dovranno avvolgere per cm². Sezione del nucleo ferromagnetico.

Facendo riferimento ai nuclei normali, costituiti da un pacco di lamelle, dotati di due finestre rettangolari, la sezione del nucleo è data dal prodotto fra le due dimensioni della colonna centrale (larghezza x profondità).

Se, ad esempio, la colonna centrale di un pacco lamellare è larga cm. 3 ed ha una profondità di cm. 2, si dice che la sezione del nucleo di quel pacco lamellare è di cm². ($2 \times 3 = 6$ cm².). Ovviamente il calcolo della sezione del nucleo va fatto con il pacco lamellare ben stretto, cioè con i lamierini pressati l'uno sull'altro. Tuttavia, poichè non è assolutamente possibile in pratica stringere il pacco lamellare al punto di eliminare completamente gli spazi tra lamella e lamella, per il calcolo del trasformatore d'alimentazione occorre considerare due sezioni del nucleo: la « sezione teorica » e la « sezione lorda ».

Numero di spire per volt dell'avvolgimento primario

Il numero di spire per volt con il quale si dovrà effettuare l'avvolgimento primario è deducibile dalla quarta colonna della tabella 1, in corrispondenza della sezione del nucleo e della potenza utile del trasformatore. Il dato ricavato dalla tabella 1 dovrà essere moltiplicato per il valore della tensione, espressa in volt, applicata all'avvolgimento primario; il prodotto ottenuto dà il numero complessivo di spire che si dovranno avvolgere per ottenere l'avvolgimento primario.

TABELLA N. 1

Potenza utile Watt	Sez. teorica cm^2	Sez. lorda cm^2	Spire per Volt avvolg. prim.	Spire per Volt avvolg. sec.
8,26	5	5,75	9,02	9,47
9,98	5,5	6,32	8,36	8,77
11,90	6	6,90	7,66	8,04
13,95	6,5	7,47	7,07	7,42
16,20	7	8,05	6,57	6,89
18,57	7,5	8,62	6,13	6,43
21,16	8	9,20	5,75	6,03
23,88	8,5	9,77	5,41	5,68
26,78	9	10,35	5,11	5,36
29,83	9,5	10,92	4,84	5,28
33,06	10	11,50	4,60	4,83
39,94	11	12,65	4,18	4,38
47,61	12	13,80	3,83	4,02
55,80	13	14,95	3,54	3,71
64,80	14	16,10	3,26	3,42
74,30	15	17,25	3,03	3,18
84,64	16	18,40	2,83	3,01
95,45	17	19,55	2,70	2,83
106,09	18	20,70	2,55	2,67
119,24	19	21,85	2,42	2,54
132,25	20	23	2,30	2,41
145,68	21	24,15	2,19	2,29
160,02	22	25,30	2,08	2,18
171,76	23	26,45	1,99	2,08
190,44	24	27,60	1,91	2,00
206,49	25	28,75	1,84	1,93
223,50	26	29,90	1,76	1,84
241,02	27	31,05	1,70	1,78
259.21	28	32,20	1,64	1,72
278,05	29	33,35	1,59	1,65
297,56	30	34,50	1,52	1,59

Numero di spire per volt dell'avvolgimento secondario

Il numero di spire per volt necessario per effettuare l'avvolgimento secondario del trasformatore si deduce dalla quinta colonna della tabella 1, sempre in corrispondenza dei precedenti valori. Anche in questo caso, il numero dedotto dalla quinta colonna della tabella 1 dovrà essere

moltiplicato per il valore della tensione, espresso in volt, che si vuole assorbire dall'avvolgimento secondario; il prodotto di questi due numeri darà il numero complessivo delle spire che compongono l'avvolgimento secondario.

Osservando i valori riportati nella quarta e nella quinta colonna della tabella 1, si noterà come il numero di spire per volt dell'avvolgimento secondario risulti sempre maggiore del numero di spire per volt dell'avvolgimento primario; questo aumento è dovuto alla necessità di compensare le immancabili perdite del trasformatore stesso.

Sezione di filo necessario per effettuare l'avvolgimento primario

Per stabilire il diametro del filo di rame smaltato con cui effettuare l'avvolgimento primario del trasformatore, occorrerà stabilire il valore dell'intensità di corrente, espresso in ampere, che deve fluire attraverso l'avvolgimento primario. Tale dato si ottiene facilmente dividendo il valore della potenza, espresso in watt, che si vuole assorbire dall'avvolgimento secondario, per la tensione espressa in volt applicata all'avvolgimento primario.

Facciamo un esempio. Se dall'avvolgimento secondario si deve assorbire una potenza di 60 W e la tensione sull'avvolgimento primario è di 120 V, allora si avrà 60 : 120 = 0,5 ampere, e questo è il valore dell'intensità di corrente che dovrà fluire attraverso l'avvolgimento primario. Ricorrendo alla tabella 2 si potrà facilmente dedurre, in corrispondenza del valore dell'intensità di corrente dell'avvolgimento primario il diametro del filo necessario per effettuare l'avvolgimento primario ed il numero di spire per cm².

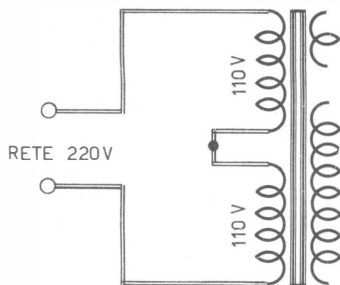
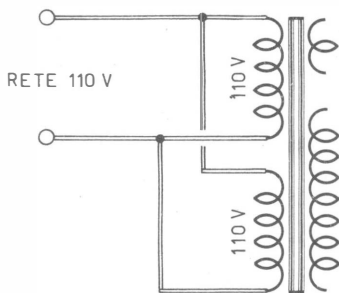
Qualora il costruttore non dovesse incontrare sulla seconda colonna della tabella 2 il valore esatto dell'intensità di corrente dell'avvolgimento primario, dovrà far riferimento al valore più prossimo.

Per semplificare ulteriormente il compito del costruttore riportiamo nella tabella n. 3 i dati costruttivi di un trasformatore d'alimentazione, in corrispondenza delle due principali tensioni dell'avvolgimento primario: 125 V - 220 V.

Sezione del filo necessario per effettuare l'avvolgimento secondario

Anche questo dato si ricava dalla tabella n. 2, dopo aver stabilito il valore dell'intensità di corrente espresso in ampere che si vuol assorbire dall'avvolgimento secondario del trasformatore.

TABELLA N. 2

Diametro filo mm.	Corrente Ampere	Spire per cm²
0,07	**0,0115**	**13950**
0,08	**0,015**	**11070**
0,09	**0,019**	**9000**
0,10	**0,0235**	**6812**
0,11	**0,029**	**5760**
0,12	**0,034**	**4929**
0,15	**0,053**	**3172**
0,18	**0,077**	**2250**
0,20	**0,095**	**1823**
0,22	**0,115**	**1548**
0,25	**0,148**	**1440**
0,28	**0,190**	**1026**
0,30	**0,210**	**865**
0,32	**0,240**	**765**
0,35	**0,290**	**639**
0,38	**0,340**	**549**
0,40	**0,380**	**476**
0,45	**0,480**	**396**
0,50	**0,590**	**325**
0,55	**0,720**	**273**
0,60	**0,850**	**228**
0,65	**1,00**	**194**
0,70	**1,160**	**164**
0,75	**1,330**	**148**
0,80	**1,500**	**130**
0,85	**1,700**	**115**
0,90	**1,900**	**103**
0,95	**2,100**	**96**
1,00	**2,400**	**87**
1,10	**2,85**	**80**
1,20	**3,96**	**55**
1,30	**3,96**	**49**

Con la tensione di rete di 220 V si possono alimentare due avvolgimenti primari, contemporaneamente, purchè progettati per una tensione di 110 V. Il collegamento è del tipo in serie.

Con il collegamento in parallelo di due avvolgimenti primari, previsti per uno stesso valore di tensione, è possibile l'alimentazione contemporanea con un valore di tensione pari a quello previsto per un singolo avvolgimento.

In ogni caso bisognerà sempre tener presente che la potenza assorbita dall'avvolgimento secondario non deve mai superare il valore stabilito in sede di progettazione; in caso contrario il trasformatore potrebbe riscaldarsi eccessivamente con il rischio di una bruciatura degli avvolgimenti.

Numero di spire da avvolgere per cm²

Il numero di spire da avvolgere per cm² è deducibile dalla terza colonna della tabella n. 2, in corrispondenza al valore del diametro del filo e della corrente. Questo dato è assai importante perchè serve a stabilire le dimensioni con cui dovranno essere ricavate le finestre del nucleo, cioè le dimensioni con le quali vanno ritagliati internamente i lamierini; per « finestre » intendiamo i due spazi vuoti del pacco lamellare.

TABELLA N. 3

Watt	Tensione di rete			
	125 Volt		220 Volt	
	N. tot. spire	Ø in mm.	N. tot. spire	Ø in mm.
10	**958**	**0,07**	**1686**	**0,07**
15	**822**	**0,08**	**1446**	**0,07**
20	**719**	**0,09**	**1265**	**0,07**
25	**639**	**0,10**	**1125**	**0,07**
30	**575**	**0,11**	**1012**	**0,08**
35	**523**	**0,11**	**920**	**0,09**
40	**479**	**0,12**	**843**	**0,09**
45	**479**	**0,15**	**843**	**0,10**
50	**443**	**0,45**	**779**	**0,32**
55	**443**	**0,45**	**779**	**0,35**
60	**408**	**0,45**	**718**	**0,35**
65	**379**	**0,50**	**667**	**0,35**
70	**379**	**0,50**	**667**	**0,38**
75	**354**	**0,55**	**623**	**0,38**
80	**354**	**0,55**	**623**	**0,40**
85	**338**	**0,55**	**594**	**0,40**
90	**338**	**0,55**	**594**	**0,45**
95	**338**	**0,60**	**594**	**0,45**
100	**319**	**0,60**	**561**	**0,45**

La sezione trasversale dell'avvolgimento primario, espresso in cm^2, si ottiene dividendo il numero di spire che si devono avvolgere per cm^2. Con lo stesso procedimento si determina la sezione trasversale dell'avvolgimento secondario. Il valore della sezione dell'avvolgimento primario e di quella dell'avvolgimento secondario vanno sommati assieme e il risultato va diviso per 2. In questa maniera si determina la superficie di entrambe le finestre del nucleo.

Realizzazione del trasformatore

La realizzazione pratica del trasformatore di alimentazione va iniziata subito dopo aver effettuato tutti i calcoli necessari, quando si ha sotto mano l'elenco preciso dei dati costruttivi: dimensioni delle lamelle, del pacco lamellare, lunghezza del filo per gli avvolgimenti e diametro del filo stesso.

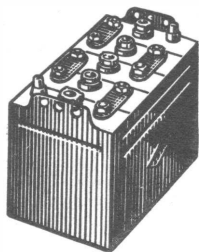
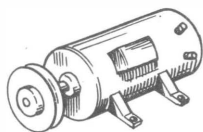
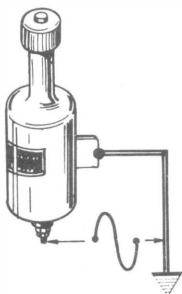
Il primo elemento da costruire è il cartoccio, sul quale si effettuerà in pratica l'avvolgimento del trasformatore. Il cartoccio viene costruito ricavandolo da un cartoncino opportunamente ripiegato ed incollato, in modo da formare un parallelepipedo la cui sezione è pari a quella della sezione del nucleo. Sui bordi si incollano due cornici quadrate, anch'esse ricavate dallo stesso cartoncino. L'avvolgimento primario va effettuato per primo, avendo cura di interporre fra strato e strato di spire un foglio di carta sottile e paraffinata. Il terminale a 110 volt, nel caso di primario universale, va collegato con il capo iniziale dell'avvolgimento a 125 volt; quello terminale a 125 volt va collegato con quello iniziale a 140 volt. I fili terminali uscenti dal cartoccio dovranno essere isolati con tubetto sterlingato. Prima di iniziare l'avvolgimento secondario occorrerà avvolgere sull'intero avvolgimento primario un doppio strato di carta. Terminati tutti gli avvolgimenti, si ricoprirà il tutto con cartoncino e si immergerà il blocco in un bagno di paraffina, allo scopo di assicurare compattezza e perfetto isolamento al complesso. I lamierini si infilano, uno per uno, internamente al cartoccio ad avvolgimento ultimato, con l'avvertenza che i lamierini stessi vanno introdotti uno in un senso e l'altro in senso contrario.

SORGENTI ELETTRICHE

ELETTRICITÀ IN NATURA

La natura rappresenta la sorgente universale dell'elettricità, perchè l'energia elettrica viene ricavata esclusivamente da essa. Tutti gli artifizi introdotti dall'uomo nello sviluppo della tecnica rappresentano soltanto dei sistemi più o meno attuali, più o meno economici, più o meno pratici per « estrarre » l'elettricità dal mondo fisico. E in ogni caso, qualunque sia la sorgente di elettricità, il processo con cui si perviene alla produzione di cariche elettriche è sempre lo stesso: la separazione, negli atomi, dei granuli di elettricità positiva dai granuli di elettricità negativa.

La fisica elementare ci insegna che le cariche elettriche di nome diverso si attraggono, cioè le cariche elettriche positive e quelle negative, quando le condizioni fisiche sono favorevoli, si attraggono e rimangono unite tra di loro. In questo modo non può svolgersi alcun lavoro elettrico, perchè manca la forza di mutua attrazione tra le cariche stesse. Tutti gli apparati generatori di elettricità provvedono a distanziare tra di loro le cariche elettriche positive da quelle negative, dando origine a quella forza di attrazione che permette di produrre lavoro elettrico. E questo lavoro si manifesta, attraverso una serie di trasformazioni, in un lavoro che può essere di natura meccanica, chimica, termodinamica, ottica, ecc. Il generatore di elettricità, dunque, di qualunque natura esso sia, compie sempre lo stesso lavoro: separa le cariche elettriche positive da quelle negative, accumulandole sui suoi terminali d'uscita, che prendono il nome di morsetti. Sui morsetti del generatore elettrico si collegano gli apparati utilizzatori, attraverso i quali scorrono le cariche elettriche, le quali tendono naturalmente a ricongiungersi, in virtù di una forza di attrazione che è assolutamente naturale. Ed è proprio durante il movimento che le cariche elettriche compiono il loro lavoro elettrico, facendo accendere le lampade

Le batterie d'auto rappresentano una delle più note sorgenti di elettricità. Esse prendono il nome di accumulatori e, a differenza di quanto avviene per le pile, possono essere ricaricate.

Le dinamo, presenti nei motori degli autoveicoli, sono macchine generatrici di tensione e corrente unidirezionale, ad impulsi.

Gli alternatori, come ad esempio quello montato sulle biciclette, sono macchine generatrici di tensioni alternate impulsive.

di illuminazione, mettendo in movimento le macchine, producendo calore.

Ma il lavoro di separazione dei granuli infimi di elettricità positiva dai granuli di elettricità negativa, in tutti i generatori di elettricità, avvengono di continuo, perchè essi, non appena le cariche elettriche si sono naturalmente ricongiunte, provvedono ad una nuova separazione, instancabilmente, finchè permangono le condizioni fisiche adatte. La pila, ad esempio, continua ad erogare elettricità, cioè a dislocare cariche elettriche positive e negative sui suoi morsetti, finchè le forze chimiche interne, che esercitano tale lavoro, non si esauriscono del tutto. Nelle centrali idroelettriche la produzione di elettricità continua finchè l'acqua, scendendo lungo le condotte forzate, continua a mantenere in movimento le turbine. Nelle centrali termoelettriche la produzione di elettricità continua finchè esiste il necessario combustibile che le mantiene in azione. E per ultimo ricordiamo il più comune e più noto fra tutti gli alternatori: quello applicato alle biciclette per l'illuminazione notturna; questo alternatore cessa di produrre elettricità quando viene a mancare l'azione meccanica del ciclista che, mettendo in movimento il velocipede, mantiene in movimento l'albero dell'alternatore.

Cariche elettriche

Lo studio sistematico dell'elettricità prese l'avvio dalle ben note esperienze condotte da William Gilbert, nel 1600, che si accorse della presenza dell'elettricità originata per strofinìo. Il vetro, l'ebanite, lo zolfo, la ceralacca, e moltissime altre sostanze, energicamente strofinate con un pezzo di flanella, hanno la proprietà di esercitare azioni meccaniche su corpi leggeri e mobilissimi. Questi fenomeni si possono facilmente osservare sospendendo ad un sostegno di vetro, per mezzo di un filo di seta, una pallina di midollo di sambuco. Con questo semplice apparecchio la pallina risulta elettricamente isolata.

Strofinando con un pezzo di flanella un bastoncino di vetro, ed avvicinandolo alla pallina, quest'ultima viene attratta dal vetro. Una volta stabilito il contatto tra questi due elementi, la pallina non è più attratta, ma, al contrario, viene respinta.

Se si sostituisce il vetro con un bastoncino di ceralacca, e si strofina sempre con lo stesso sistema, accostando la ceralacca alla pallina, questa, che sarebbe ancora respinta dal vetro elettrizzato, viene invece vivamente attratta dalla ceralacca.

L'ordine progressivo di queste due elementari esperienze può essere invertito se si tocca la pallina con un dito. Quest'ul-

tima operazione serve per scaricare la pallina elettrizzata.

Toccando dapprima la pallina con la ceralacca strofinata e poi con il vetro, si noterà che la ceralacca respinge la pallina mentre il vetro l'attira.
Questi esperimenti stanno a dimostrare che con lo strofinìo si producono due diversi stati elettrici e che due corpi si respingono se hanno lo stesso stato elettrico, mentre si attirano se hanno stato elettrico opposto. Questi due stati elettrici prendono il nome di « positivo », quello del vetro, e « negativo » quello della ceralacca.

Questi fenomeni elettrici ci appaiono attraverso i loro effetti esterni, ma non sono sufficienti a precisare l'intima origine dell'elettricità. La vera essenza fisica dell'elettricità è rimasta sempre un mistero sino alla fine del secolo scorso. Oggi invece questo mistero è in gran parte svelato: la scienza moderna ha infatti accertato che l'elettricità esiste in forma di veri e propri atomi di elettricità positiva e negativa e che questi due atomi elettrici rappresentano due elementi irriducibili che costituiscono tutta la materia.

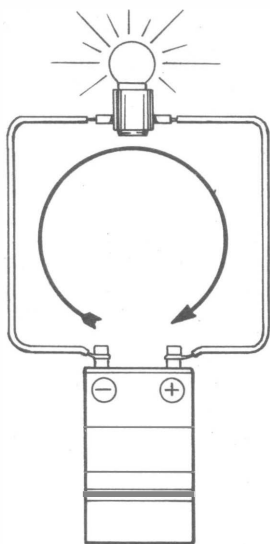
Questi atomi elettrici godono di proprietà speciali, e la prima di queste è la seguente: tutti gli atomi elettrici di ugual nome (positivi o negativi) si respingono, mentre gli atomi elettrici di nome contrario si attraggono.
Gli atomi elettrici raggruppati in un certo numero in un corpo elettrizzato formano la carica elettrica di questo, che può essere una carica elettrica positiva o negativa.

Le cariche elettriche di nome diverso, dette anche cariche eteronime, si attraggono reciprocamente.

Le cariche elettriche dello stesso nome, dette anche cariche omonime, si respingono tra di loro.

Gli elettroni

Ogni corpo è un aggregato di particelle che conservano tutte le proprietà di una sostanza chimicamente definita, e che prendono il nome di « molecole ».

Nei corpi composti le molecole risultano dall'intima unione di due o più atomi di corpi semplici: l'atomo è la particella più piccola dei corpi semplici, chiamati anche « elementi ». Ogni atomo è costitui-

La corrente elettrica, per convenzione universalmente accettata, ha un verso di progressione stabilito: essa, uscendo dal morsetto positivo, attraversa l'intero circuito, fino a raggiungere il morsetto negativo.

to da un raggruppamento di tre particelle elementari; queste particelle rappresentano gli infimi granuli dell'elettricità e della massa. Due di esse sono i granuli elementari di elettricità positiva e negativa, e vengono indicati coi nomi di « positroni » ed « elettroni »; la terza è il granulo elementare di massa materiale sprovvisto di carica elettrica e chiamato « neutrone ». Dunque ogni atomo è composto da cariche positive, cariche negative e massa materiale.

Il positrone, a differenza dell'elettrone, rimane strettamente vincolato ad un neutrone e tale associazione prende il nome di « protone ». Ogni atomo materiale è dunque un edificio costruito mediante elettroni e protoni, presenti in ugual numero per conferire all'atomo stesso lo stato elettricamente neutro: dal numero degli elettroni e dei protoni dipendono tutte le proprietà, ossia la natura chimica dell'atomo.

L'atomo dell'elemento più leggero, ossia dell'idrogeno, corrisponde al sistema più semplice che si può immaginare: esso è costituito da un solo granulo di elettricità negativa, cioè da un solo elettrone, il quale ruota attorno ad un solo granulo positivo, cioè ad un protone; l'equilibrio del sistema è assicurato dal contrasto tra l'attrazione reciproca dei due granuli elettrici di specie diversa.

Quando un atomo, per una ragione qualsiasi, perde o acquista uno o più elettroni, la natura stessa dell'atomo, chimica ed elettrica, viene alterata. L'acquisto di un elettrone trasforma l'atomo in una « carica negativa »; la perdita di un elettrone trasforma l'atomo in una « carica positiva ». L'entità delle cariche dipende dal numero di elettroni perduti o acquistati.

Quando si strofinano tra di loro due corpi di natura diversa, i due corpi si elettrizzano, cioè assumono due cariche di nome diverso: uno dei due corpi si elettrizza positivamente, l'altro negativamente. Perchè? Semplicemente perchè durante l'azione meccanica dello strofinìo una parte di elettroni si trasferisce da un corpo ad un altro. Uno dei due corpi, cioè, si impoverisce di elettroni, mentre l'altro si arricchisce.

Quel corpo che si è arricchito di elettroni assume una carica negativa; mentre l'altro acquisisce una carica positiva. Quando si avvicinano tra loro i due corpi carichi di elettricità di nome diverso, essi si attirano, e appena si toccano si annullano le forze elettriche di attrazione, perchè gli elettroni rientrano negli edifici atomici dai quali erano stati strappati durante l'operazione di strofinìo. Quando i due corpi si toccano essi ritornano allo stato elettricamente neutro.

Generatore elettrico

Il generatore elettrico è un apparato in grado di generare cariche elettriche di nome diverso, positive e negative. Queste cariche vengono condensate su due elementi del generatore, che prendono il nome di « morsetti ». Sono generatori elettrici la pila, gli accumulatori, gli alternatori delle centrali elettriche. Tutti questi apparati, mediante un processo chimico o meccanico, provvedono ad impoverire di elettroni un certo numero di atomi per arricchirne altri. Gli atomi, così trattati, vanno a costituire le cariche elettriche positive e negative disponibili sui morsetti del generatore.

Energia e tensione

Le cariche elettriche, di nome diverso, dislocate sui morsetti del generatore, tendono ad attrarsi, e questa forza di attrazione si traduce dicendo che le cariche possiedono una certa « energia potenziale » e si dice anche che fra i due morsetti del generatore (poli del generatore) esiste una « differenza di potenziale », o una « tensione elettrica ».

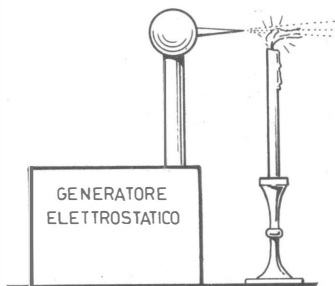
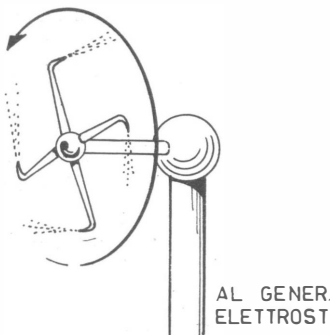
Con il nome di tensione elettrica o differenza di potenziale tra i due poli di un generatore si intende pertanto designare l'energia che è disponibile allo stato potenziale nelle cariche elettriche che si trovano condensate sui due poli.

Se si collegano i terminali di due fili metallici collegati ai due poli di un generatore elettrico, si può facilmente constatare che fra essi scocca una scintilla elettrica. Questo fenomeno può essere osservato ricorrendo ad una semplice pila o ad una comune batteria di accumulatori.

Con i generatori elettrici più potenti come quelli installati, ad esempio, nelle centrali, oppure con una batteria formata da molte pile collegate in serie tra di loro, il contatto tra i terminali dei due fili non è neppure necessario, in quanto si possono facilmente ottenere scintille tanto potenti da assumere l'aspetto e il nome di « scariche elettriche ». Quando si avvicinano i terminali dei due fili, le forze di attrazione delle cariche elettriche aumentano e si arriva al punto che esse raggiungono un'intensità tale da strappare le cariche che si trovano condensate sui terminali dei conduttori. In pratica sono gli elettroni che vengono strappati dal polo negativo e vengono attratti da quello positivo; gli elettroni scavalcano violentemente lo spazio interposto e vanno a ricongiungersi con gli atomi elettrici positivi che li attraggono. Tutta l'energia potenziale che essi possedevano si trasforma in energia termica, cioè in calore, all'atto degli urti degli elettroni stessi contro le molecole dell'aria e contro il filo conduttore collegato al morsetto positivo del generatore. Questo fenomeno assume l'aspetto di una scintilla, perchè l'aria ed i punti colpiti dagli elettroni raggiungono immediatamente l'incandescenza; la luminosità caratteristica di queste scintille deriva precisamente dalle molecole gassose e dai vari vapori metallici incandescenti che escono dal conduttore colpito dagli elettroni.

Arco elettrico

Nel momento stesso in cui tra i due conduttori collegati ai poli del generatore si adesca la scintilla, l'equilibrio elettrico si rompe e il generatore disloca verso il polo negativo altri elettroni, in sostituzione di quelli che sono stati assorbiti dal morsetto positivo. In questo modo, in condizioni opportune e con generatori sufficientemente potenti, il fenomeno può ripetersi con continuità, e in luogo di una scintilla istantanea, si ha allora un « arco elettrico » persistente. In questo caso il passaggio di elettroni continua, senza interruzione, e l'intero circuito è percorso da una corrente elettrica permanente, come se i morsetti del generatore fossero collegati fra loro per mezzo di un conduttore metallico senza interruzione.

I terminali dei due conduttori affacciati tra loro, fra i quali si forma l'arco elettrico, prendono il nome di « elettrodo positivo » e « elettrodo negativo ». La distanza cui devono trovarsi i due elettrodi perchè

Il potere elettrico delle punte consiste nel generare un vero e proprio vento elettrico, che è in grado di piegare la fiamma di una candela. Lo stesso vento elettrico può essere sfruttato (disegno sotto riportato) per la formazione di un mulinello elettrico.

fra essi si adeschi per la prima volta la scintilla, dipende dalla forma degli elettrodi, dalle condizioni ambientali e dalla tensione elettrica esistente fra i morsetti del generatore. In ogni caso il fenomeno della scarica deriva da una violenta combinazione tra le cariche elettriche di segno opposto, inizialmente disgiunte sui morsetti del generatore. Se la carica permane, vuol dire che i conduttori sono collegati ai due poli opposti di un generatore. Se la scarica cessa immediatamente di esistere, vuol dire che i due conduttori sono collegati a corpi inizialmente elettrizzati con cariche elettriche di segno opposto. Il lampo è la violenta combinazione di queste cariche e il tuono deriva dallo spostamento d'aria che ne risulta.

Col nome di fulmine, invece, s'intende una scarica analoga fra una nube e la terra. La formazione delle scariche elettriche fra le nubi è dovuta alla loro elettrizzazione acquistata per strofinamento contro l'aria e per condensazione delle molecole di vapore acqueo ionizzate dalle radiazioni solari.

Elettrizzazione per influenza

La formazione di cariche elettriche può essere ottenuta, come è stata ottenuta, per mezzo di azioni meccaniche (strofinìo) oppure attraverso reazioni chimiche (pila). Ma vi è un terzo modo per poter dislocare elettroni in un punto o sulla superficie di un corpo metallico: quello dell'induzione elettrostatica.

Ogni corpo elettrizzato, cioè ogni corpo in cui esiste un certo numero di cariche elettriche, positive o negative, genera un « campo elettrico », cioè un insieme di forze elettriche che si dipartono dal corpo elettrizzato e sono in grado di influenzare l'ambiente circostante.

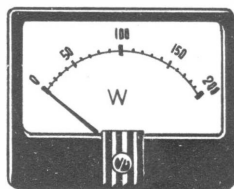
Supponiamo di considerare una sfera metallica dalla quale, in qualche modo, siano stati sottratti elettroni; questa sfera risulta elettrizzata positivamente, cioè essa contiene tante cariche elettriche positive, cioè una carica positiva che è somma di tutte le cariche contenute dalla

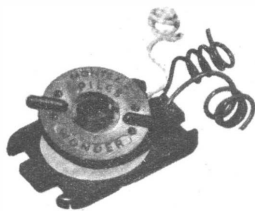
sfera e che sono condensate sulla sua superficie. Da ognuna di queste cariche prende origine una forza elettrica, invisibile, che è in grado di influenzare qualunque corpo posto nelle vicinanze.

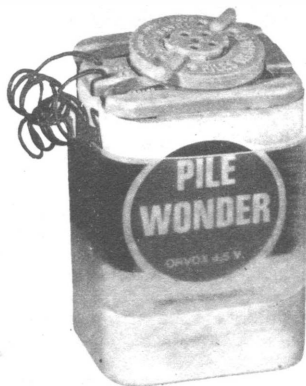
Supponiamo ora di avvicinare a quella sfera elettrizzata positivamente un corpo metallico allo stato neutro, cioè privo di cariche elettriche. Ebbene, le forze elettriche che si sprigionano dalla sfera tendono a richiamare cariche negative, cioè elettroni. Dal corpo metallico allo stato neutro vengono quindi strappati, agli atomi in quiete, gli elettroni, che si condensano in quella parte della superficie del corpo che si trova più vicina alla sfera positivamente elettrizzata. Ora il corpo avvicinato alla sfera non è più allo stato neutro. Un certo numero di elettroni sono stati strappati ad un certo numero di atomi che, a loro volta, sono divenuti cariche positive. Queste cariche positive vengono respinte dalle forze elettriche positive uscenti dalla sfera, e vanno a dislocarsi nella parte più lontana del corpo che inizialmente si trovava in uno stato elettrico neutro. Quel corpo si è dunque elettrizzato, negativamente da una parte e positivamente dall'altra, sotto l'influenza delle forze elettriche uscenti dalla sfera, e questo fenomeno prende il nome di « induzione elettrostatica ».

Se la sfera fosse stata elettrizzata negativamente, il fenomeno si sarebbe comunque avverato, ma sulla parte del corpo indotto più vicino alla sfera si sarebbero condensate le cariche positive, mentre gli elettroni si sarebbero condensati nella parte più lontana. Dei due elementi partecipanti al fenomeno la sfera prende il nome di « corpo inducente », mentre il corpo inizialmente allo stato neutro prende il nome di « corpo indotto ». L'elettrizzazione del corpo indotto cessa di esistere quando il corpo inducente viene allontanato, perchè vengono a mancare le forze elettriche in grado di produrre il fenomeno di induzione elettrostatica.

Il potere delle punte

Le cariche elettriche richiamate sulle superfici dei corpi per induzione elettrostatica godono della caratteristica di condensarsi sui punti di maggior curvatura. E poichè le punte rappresentano le forme geometriche di maggior curvatura, proprio in questi punti vanno a condensarsi le cariche elettriche se essi sono presenti in un corpo indotto. E se il fenomeno dell'induzione elettrostatica è notevole anche la condensazione delle cariche elettriche sulle punte è notevole. Ma quando le cariche elettriche sono troppo vicine tra loro, essendo cariche dello stesso nome, esse tendono a respingersi. Nel caso delle punte esse tendono a sfuggire nello spazio circostante. Una punta metallica appartenente ad un corpo indotto può quindi produrre, con la fuoruscita violenta di elettroni, un vero e proprio « vento elettrico », in grado di far inclinare la fiamma di una candela; componendo una elementare girandola munita di bracci a punte, si può ottenere un vero e proprio mulinello elettrico.

Lo strumento che permette di rivelare le misure delle potenze elettriche prende il nome di wattmetro.

Questo potere delle punte viene sfruttato nella costruzione dei parafulmini. Il parafulmine è un sistema di conduttori elettrici, collegato ad un certo numero di reti o lastre metalliche affondate nel terreno, terminante sulla sommità del tetto con un'asta munita di punte. Quando una nube carica di elettricità transita sopra l'edificio in cui è installato il paraful-

Accoppiatore, comunemente chiamato « porta pile », in bachelite, adatto per il collegamento in serie di due pile.

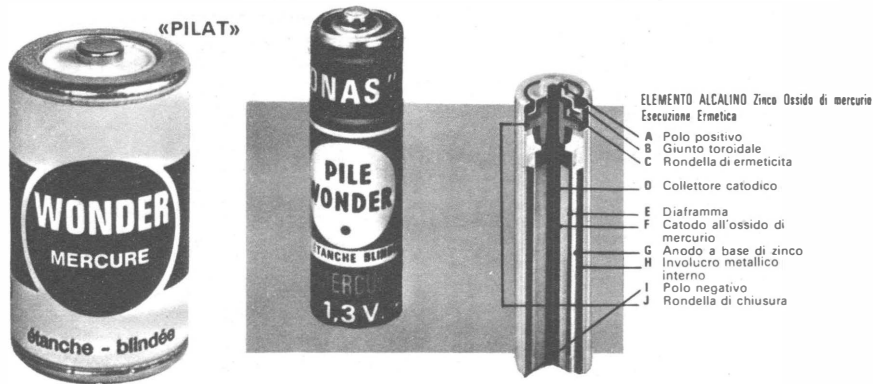
Accoppiatore in bachelite con contenitore di plastica per il collegamento in serie di due pile da 4,5 V.

mine, essa carica di elettricità, per induzione elettrostatica, la zona circostante. Se la nube è carica di elettricità positiva, tutta la zona circostante l'edificio in cui è installato il parafulmine si carica di elettricità indotta negativa. Le cariche negative sono attratte da quelle positive della nube; esse raggiungono i conduttori elettrici affondati nel terreno e da questi si avviano verso l'asta del parafulmine per condensarsi, alla fine, sulle sue punte. E qui interviene il « potere delle punte »; le cariche elettriche, che in questo caso sono rappresentate da elettroni, sfuggono dalle punte del parafulmine e si disperdono nell'aria circostante per venir poi spazzate via dalle correnti d'aria. Il compito del parafulmine è dunque quello di distruggere le forze elettriche che si creano tra le nubi e il suolo, eliminando le cariche indotte sul terreno attraverso le punte del parafulmine e facendo in modo che il fulmine stesso non debba mai scaricarsi sul parafulmine, ma in zone molto più lontane dove non esiste questo sistema di protezione.

Tensione elettrica

La tensione elettrica rappresenta una grandezza fisica fondamentale nello studio di tutta l'elettronica.

Per assimilare questo importante concetto occorre rifarsi alla struttura dell'atomo e ai principi dell'elettrostatica.

Quando nella struttura atomica vengono a mancare uno o più elettroni, si crea una condizione di instabilità elettrica. L'atomo, impoverito di elettroni, si arricchisce di una forza di attrazione nei confronti degli elettroni stessi sfuggiti, per una qualsiasi causa naturale o artificiale, alle sue orbite. Questa forza è la prima che traduce in pratica il concetto di tensione elettrica, perchè tra gli atomi e gli elettroni si crea una vera e propria forza di tensione, che si annulla soltanto quando gli elettroni vengono captati e ricondotti nelle orbite atomiche.

L'atomo impoverito di uno o più elettroni diviene una carica elettrica positiva;

Le pile al mercurio presentano il vantaggio di un elevato rapporto energia-volume. La scarica avviene ad una tensione molto stabile per quasi tutto il periodo di utilizzazione. Esse vengono prodotte anche in dimensioni minuscole, per essere utilizzate nelle apparecchiature miniaturizzate e, in particolare, nelle protesi auditive.

quando invece nella struttura atomica vengono introdotti altri elettroni, l'atomo diventa una carica negativa. E proprio in virtù delle forze di attrazione prima citate anche fra le cariche elettriche, di qualunque entità esse siano, si crea una tensione elettrica. Le cariche elettriche dello stesso nome si respingono tra di loro, mentre le cariche elettriche di nome diverso si attraggono; si suol anche dire che le cariche omonime si respingono, mentre le cariche eteronime si attraggono. In virtù di queste forze di attrazione e repulsione elettronica prende avvio il fenomeno della corrente elettrica.

La tensione elettrica, cioè la forza di attrazione o repulsione che si esercita tra le cariche elettriche, prende anche i nomi di « forza elettromotrice » e « differenza di potenziale ». Gli operai elettricisti la chiamano più semplicemente « la forza ».

Quando essi individuano un conduttore in cui è presente la tensione elettrica, oppure quando nell'esaminare una presa di corrente si accertano che fra le due boccole sussiste una differenza di potenziale, essi dicono che in quel conduttore o in quella presa vi è la « forza ».

In pratica, dunque, la tensione elettrica è quella forza che, appena può, mette in movimento gli elettroni, cioè genera la corrente elettrica. In tutti i fenomeni elettrici, quindi, la tensione rappresenta la causa, mentre la corrente ne costituisce l'effetto. Quando con due dita si toccano i conduttori di rete, si offre l'opportunità alla tensione elettrica di mettere in movimento gli elettroni, cioè di dar luogo al fenomeno della corrente elettrica che, attraversando le dita della mano, provoca quella sgradevole sensazione che va sotto il nome di « scossa ».

Misura della tensione

La tensione elettrica, come tutte le altre grandezze fisiche, è suscettibile di misura, e l'unità di misura prende il nome di « volt » (abbrev. V). Ciò in onore del grande fisico italiano Alessandro Volta.

Come per ogni unità di misura esistono dei valori che sono multipli e sottomul-

tipli di essa, anche per il volt si conoscono i seguenti valori:

Chilovolt = mille volt (simbolo kV)
Millivolt = un millesimo di volt (simbolo mV)
Microvolt = un milionesimo di volt (simbolo μV)

La tensione elettrica si misura per mezzo di uno strumento, che prende il nome di voltmetro. Questo strumento viene usato principalmente dagli elettrotecnici e dagli elettricisti. I radiotecnici invece si servono di un particolare strumento che prende il nome di « tester »; questo strumento prende anche il nome di analizzatore universale perchè oltre alle misure di tensione, consente altri tipi di misure di grandezze elettriche e radioelettriche.

Potenza elettrica

Quando si verifica una trasmissione di energia da un sistema ad un altro, oppure una trasformazione di energia da una forma ad un'altra, si indica sempre col nome di « potenza » la quantità di energia che si trasmette o si trasforma nell'unità di tempo. In altre parole si suol dire che la potenza elettrica misura il lavoro compiuto dalle forze elettriche nell'unità di tempo.

In particolare, se un dato sistema compie in un certo tempo « t » un lavoro « L », vuol dire che il sistema trasmette ad un altro nel tempo considerato l'energia:

$$W = \frac{L}{t}$$

Si dirà anche che il primo sistema sviluppa e trasmette all'altro, che lo assorbe, la « potenza »:

$$P = \frac{L}{t}$$

Inversamente, se un sistema qualunque sviluppa e un altro assorbe la potenza

Tutte le pile a 4,5 V, del tipo di quella rappresentata in figura, sono composte internamente da tre elementi da 1,5 V ciascuno, collegati in serie tra di loro.

« P » vuol dire che in un tempo « t » si trasmette dall'uno all'altro sistema l'energia:

$$P = \frac{L}{t}$$

In generale si può dire quindi che il concetto di potenza esprime sostanzialmente la velocità con la quale si compie una qualsiasi trasformazione di energia nel tempo.

In sostanza mentre si può dire che un dato sistema possiede una certa « energia », non si potrà mai dire invece che vi è disponibile una certa « potenza », a meno di non precisarne anche la durata nel tempo: ciò che equivale allora a designare ancora l'energia.

Così è chiaro, ad esempio, che un serbatoio d'acqua contiene e può liberare, svuotandosi, una quantità di energia ben determinata: la potenza che si rende disponibile, mentre lo svuotamento si compie, sarà grandissima se il serbatoio si svuota in un tempo molto breve, ma sarà invece piccolissima se dal serbatoio si fa spillare un filo di acqua che lo vuoti in un tempo molto lungo.

Analogamente accade che le scariche

atmosferiche (fulmini) mettono in gioco delle potenze enormi, mentre l'energia liberata non è affatto molto rilevante, perchè si tratta sempre di un fenomeno oltremodo violento, ma di brevissima durata.

La potenza elettrica costituisce una grandezza fisica così come lo è la tensione elettrica e l'intensità di corrente.

L'espressione « potenza elettrica » ha dei sinonimi che sono: « wattaggio », « consumo elettrico », « dissipazione ».

La potenza elettrica sta ad indicare l'energia elettrica che un qualsiasi componente elettrico consuma trasformandola in altra forma di energia.
Consideriamo, ad esempio, una pila, con i morsetti collegati tra di loro per mezzo di un filo conduttore. Gli elettroni che man mano escono dal morsetto negativo della pila per raggiungere quello positivo posseggono una certa energia potenziale, la quale diminuisce lungo il conduttore trasformandosi in calore; se al posto del filo conduttore fosse stato inserito un motorino elettrico, l'energia si sarebbe trasformata in lavoro meccanico. Si esprime brevemente questo fatto dicendo che, nell'interno della pila si genera dell'energia elettrica, la quale si trasmette lungo il circuito esterno che a sua volta l'assorbe, trasformandola in una equivalente energia di altra forma. Le funzioni del generatore elettrico (nel nostro caso la pila) si compiono necessariamente a spese di un lavoro o di altra energia, equivalente a quella che questo trasforma man mano in energia elettrica. In termini matematici si designa col nome di « potenza elettrica » la quantità di energia che si

Le dimensioni delle pile aumentano con l'aumentare dell'entità dell'energia elettrica immagazzinata. Quelle rappresentate in figura sono pile che erogano una tensione dello stesso valore ma la durata di esercizio è diversa.

viene trasformando in ogni minuto secondo. L'energia elettrica che si mette in gioco quando si verifica uno spostamento di cariche elettriche tra due punti qualsiasi, corrisponde, in ogni caso, al prodotto della tensione che esiste tra questi due punti per la quantità di elettricità che partecipa allo spostamento. Ne segue che ogni potenza elettrica resterà senz'altro determinata, eseguendo il prodotto della tensione relativa al tratto di circuito che si considera per la intensità di corrente che lo percorre, la quale esprime la quantità di elettricità che lo attraversa ad ogni secondo. La potenza viene espressa direttamente in « watt », eseguendo semplicemente il prodotto della tensione espressa in volt per l'intensità di corrente misurata in ampere.

Ne deriva in particolare la definizione elettrica dell'unità di potenza e cioè del watt, come prodotto della tensione costante di 1 volt per la corrente pure costante di 1 ampere, si ha cioè:

1 watt = 1 volt x 1 ampere

In generale si può dunque affermare che se un qualsiasi tratto di circuito elet-

Pile ad ossido di mercurio di dimensione media e minima.

trico presenta agli estremi una tensione costante V ed è percorso da una corrente costante 1, esso eroga, oppure assorbe, la potenza elettrica:

$$W = V \times 1$$

Misura della potenza elettrica

Per misurare la potenza elettrica trasmessa lungo una linea occorrerebbe applicare i due strumenti atti a rilevare la tensione e l'intensità di corrente, cioè il voltmetro e l'amperometro.

L'amperometro va collegato in « serie » ad un conduttore che può essere indifferentemente quello di andata o quello di ritorno della corrente; il voltmetro, invece, va inserito « in parallelo » al circuito, cioè va collegato fra un conduttore e l'altro. Il prodotto delle indicazioni dei due strumenti, cioè delle misure così rilevate (volt e ampere) determina la potenza elettrica trasmessa lungo quel circuito.

In pratica, per la misura delle potenze elettriche, non si ricorre all'impiego di due strumenti, bensì di uno solo che è il voltmetro e amperometro insieme, il quale rileva direttamente la misura della potenza elettrica espressa in watt o in grandezze che sono multiple o sottomultiple del watt; tale strumento prende il nome di wattmetro.

Abbiamo detto che la potenza elettrica ha come unità di misura il « watt » (abbrev. W).

Il simbolo della potenza elettrica viene indicato con la lettera W.

Per la potenza elettrica sono in uso i seguenti multipli e sottomultipli:

Chilowatt = **mille watt (simbolo kW)**

Ettowatt = **cento watt (simbolo hW)**

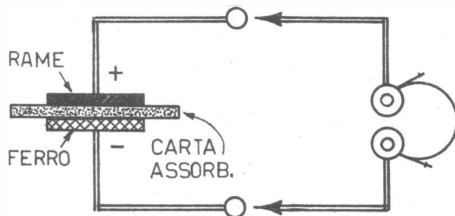
Milliwatt = **un millesimo di watt (simbolo mW)**

Microwatt = **un milionesimo di watt (simbolo μW)**

La formula prima citata, valida per valutare la potenza elettrica, può anche essere utilizzata per determinare una delle tre grandezze: watt, volt, ampere, quando ne siano conosciute due.

Si ha infatti che:

$$V = \frac{W}{I} \quad e \quad I = \frac{W}{V}$$

La potenza elettrica può essere determinata ancora quando siano note la tensione e la resistenza, mediante un'altra importante formula che verrà citata nel corso delle successive puntate. Un'ulteriore formula permetterà, come vedremo, di determinare il valore della potenza elettrica quando siano noti quelli della corrente e della resistenza.

La composizione più semplice di una pila è ottenuta dalla sovrapposizione di un disco di rame, di uno di carta assorbente impregnata di acqua salata e di un disco di ferro.

Simbolo elettrico della pila comunemente usato nella progettazione degli schemi teorici.

Simbolo elettrico di alcuni elementi di pila collegati in serie tra di loro. La tensione risultante è data dalla somma delle singole tensioni degli elementi.

Misura della corrente

L'intensità di corrente, cioè il numero di elettroni che attraversano la sezione di un conduttore elettrico in un minuto secondo, costituisce una grandezza fisica la cui unità di misura è l'« ampere » (abbrev. A).

I filamenti delle comuni lampadine ad incandescenza sono percorsi da correnti elettriche alternate la cui intensità può variare da alcuni decimi di ampere, sino ad alcuni ampere. I motori elettrici delle vetture tranviarie possono assorbire una corrente compresa fra i 50 e i 100 ampere.

Le massime correnti usate nella tecnica si riscontrano nei grandi forni ad arco dell'industria siderurgica; questi forni sono attraversati da correnti la cui intensità può superare anche notevolmente i 10.000 A.

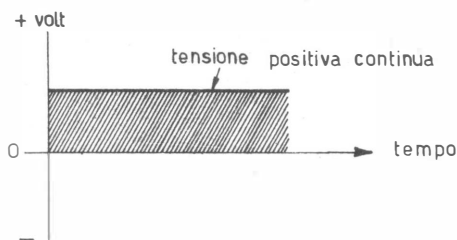
L'ampere è una unità di misura della corrente poco spesso usata in elettronica, dove si ha a che fare di frequente con correnti la cui intensità è molto spesso inferiore all'ampère. Conviene dunque far uso di valori che sono sottomultipli dell'ampere.

Essi sono:

Milliampere = un millesimo di ampere (simbolo mA)

Microampere = un milionesimo di ampere (simbolo μA)

Lo strumento elettrico atto a rilevare le misure dell'intensità di corrente prende il nome di « amperometro ». L'amperometro viene usato principalmente in elettronica per la misura di correnti particolarmente intense. Per la misura di correnti più deboli si usa il milliamperometro e il microamperometro. In radiotecnica, la misura delle correnti elettriche si effettua con il tester, che viene chiamato anche « strumento universale di misura » o, più semplicemente, « analizzatore universale ». Il tester costituisce il ferro del mestiere più importante per chi si occupa di elettronica. Esso è lo strumento più comune del laboratorio sperimentale, il più usato di tutti, quello che permette di « vedere » con immediatezza e precisione tutte quelle grandezze elettriche che sfuggono ai nostri sensi, ma che bisogna assolutamente conoscere e valutare ogni volta che si ha a che fare con un apparato elettronico.

La parola Tester deriva dall'inglese « to test », che significa: provare. E, infatti, con il tester, prima ancora di rilevare l'esatto valore di una grandezza elettrica, si prova se in un determinato punto di

Espressione analitica della tensione continua erogata da una pila.

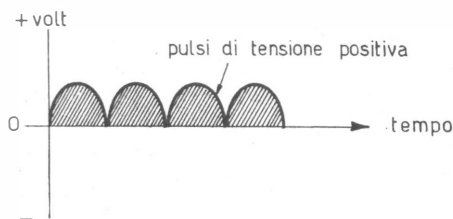



Diagramma caratteristico della tensione unidirezionale pulsante, come può essere quella misurata a valle di un raddrizzatore di tensione alternata.

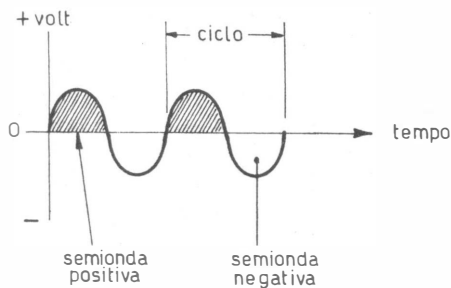
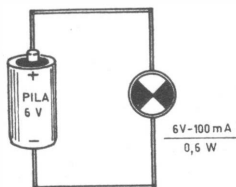
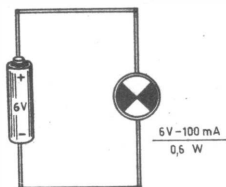



Diagramma rappresentativo della tensione alternata erogata da un alternatore.

Questi due semplici schemi, nei quali risultano utilizzate due lampadine perfettamente uguali e due pile dello stesso valore di tensione, stanno ad esprimere la diversa durata di illuminazione ottenuta con pile di diverse dimensioni, cioè di diversa quantità di energia elettrica immagazzinata.

un circuito vi è tensione, se vi è passaggio di corrente, se vi è continuità nel circuito o se invece esso è interrotto.

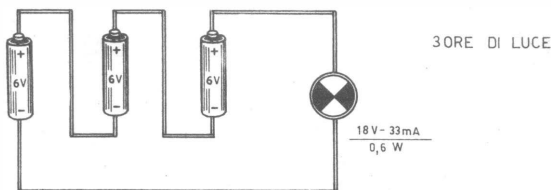
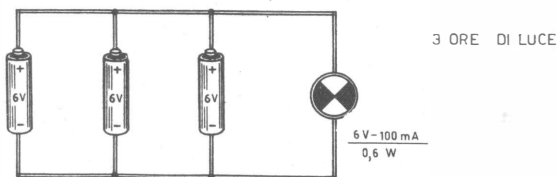
Effetti fisiologici della corrente

Nel processo elettrico, la corrente rappresenta un « effetto »; e come ogni altro effetto anche questo ha la sua « causa ».

La causa della corrente, cioè del movimento degli elettroni lungo i conduttori, è una forza che viene universalmente denominata con la parola « tensione elettrica ».

Dunque, per parlare degli effetti fisiologici della corrente occorre tener conto anche della causa che produce la corrente stessa, cioè la tensione elettrica, più semplicemente denominata con la sola parola « tensione ».

Chi si occupa praticamente di elettronica, si trova a contatto ogni giorno con taluni circuiti che possono essere fonte di incidenti anche gravi. E' necessario, quindi, essere ferrati in tale materia per poter agire con la massima disinvoltura e tener sempre presente quando è possibile distrarsi durante il lavoro e quando, invece, occorre mantenere la massima attenzione per non incorrere in spiacevoli inconvenienti.

Contrariamente a quanto si crede non sono le tensioni elevate la causa prima di effetti mortali, bensì le correnti che attraversano. il corpo umano. L'organismo umano accusa già una sensazione chiaramente percettibile (scossa elettrica) quando è attraversato da una corrente anche inferiore ad un millesimo di ampere. Purtroppo tra i profani regna generalmente molta confusione, perchè si ritiene che gli effetti fisiologici della corrente dipendano solo dalla tensione in gioco. In realtà gli effetti in questione dipendono esclusivamente dall'intensità della corrente che attraversa l'organismo; perciò l'effetto è nullo, qualunque sia la tensione, se il contatto avviene in modo che sia nulla la corrente che attraversa il corpo. Facciamo un esempio. Sulla bobina ad alta tensione dell'impianto elettrico di un'autovettura è presente una tensione dell'ordine di alcune migliaia di volt; si tratta, quindi, di una tensione elevata. Ma tale tensione anche se applicata al corpo umano non costituisce alcun pericolo letale e ciò perchè la corrente elettrica, che si può assorbire dalla bobina ad alta tensione dell'automobile, ha una debole intensità. Viceversa, applicando al corpo umano la tensione elettrica della rete-luce, che si aggira appena intorno al centinaio di volt, si possono verificare effetti mortali. Ciò perchè, se il corpo umano, che è un conduttore abbastanza buono di elettricità, riesce a stabilire un ottimo collegamento fra la rete-luce e la terra, l'intensità di corrente può raggiungere valori di una decina di milliampere, sufficienti a paralizzare i mu-

Due diversi circuiti elettrici per un identico risultato: tre ore di luce. In entrambi i casi le pile sono perfettamente identiche, ma è diverso il sistema di collegamento (in serie nel primo caso e in parallelo nel secondo) e sono diverse le due lampadine, pur essendo caratterizzate dallo stesso valore di potenza elettrica.

scoli del corpo umano e, in particolare, il muscolo cardiaco.

Dunque, occorre ricordare bene che, se di pericolo si deve parlare, quando si lavora con l'elettricità, questo proviene soltanto dalla intensità di corrente e non già dalla tensione elettrica. Se le tensioni possono costituire un pericolo all'incolumità fisica, ciò deriva dal fatto che le tensioni elevate, in genere, sono capaci di mettere in movimento una grande quantità di elettroni, cioè di determinare correnti elettriche molto intense.

Finora si è parlato degli effetti fisiologici della corrente sotto un aspetto essenzialmente teorico, ma, per l'allievo, sono necessarie alcune citazioni di ordine pratico, da tenere bene a memoria e da mettere in atto quando si lavora.

Si prende la scossa toccando un solo conduttore della linea di rete-luce se si appoggiano i piedi per terra; ma si può toccare senza alcun pericolo un solo filo di una linea a tensione anche molto elevata se si appoggiano i piedi su un sostegno sufficientemente isolato allo stesso modo come gli uccelli si posano, senza subire alcun danno, sui fili della linea di trasmissione dell'energia elettrica.

E' necessario in ogni modo tener sempre ben presente che la tensione elettrica, nelle reti di distribuzione dell'energia elettrica, sussiste fra un conduttore e l'altro, e fra questi e il suolo. Il contatto risulta senz'altro mortale se la corrente che in tal modo viene a circolare attraverso il corpo raggiunge una intensità di appena una decina di millesimi di ampère.

Si intuisce ora che la tensione della linea ha nel fenomeno soltanto una influenza indiretta: essa deriva dal fatto che se la tensione è elevata, l'intensità di corrente sopra indicata viene sempre raggiunta, anche se il contatto dell'individuo con un filo e con la terra è comunque imperfetto, mentre se si tratta di una linea di bassa tensione si richiede un buon contatto. In condizioni particolari, ad esempio contatto di mani bagnate con superfici metalliche collegate a conduttori elettrici, sono più volte accaduti degli incidenti mortali con linee elettriche aventi una tensione fra i fili anche inferiore a 100 V.

In tutti i fenomeni elettrici la tensione elettrica rappresenta soltanto la causa di tutte le manifestazioni elettriche; la corrente costituisce sempre l'effetto. E perchè l'effetto abbia luogo non basta la sola esistenza della causa (tensione elettrica), occorre àltresì che vi siano delle condizioni favorevoli allo scorrimento degli elettroni, cioè al passaggio della corrente elettrica.

Quando una scarica elettrica attraversando il nostro corpo ne paralizzza i muscoli, e in particolar modo il muscolo cardiaco, provocandone l'arresto, ciò è dovuto al fatto che il corpo umano è stato messo in condizioni di comportarsi come un buon conduttore elettrico. Quindi, lo ripetiamo, non è la tensione elettrica che uccide ma solo e sempre la corrente.

La pila

La pila costituisce, attualmente, una sorgente di elettricità insostituibile in numerose applicazioni, specialmente in tutte le apparecchiature portatili di vario genere che sempre più si vanno diffondendo.

Le pile si distinguono per le caratteristiche costruttive e per le caratteristiche elettriche. In commercio si trovano oggi pile a secco, pile al mercurio, pile al manganese e pile al nichel-cadmio. Tutte queste sono disponibili in una vasta gamma di tipi, diversi per dimensioni, valori di corrente e tensioni e la loro scelta è legata, logicamente, alle caratteristiche dell'apparecchio utilizzatore. Per impieghi speciali esistono particolari tipi di pile blindate in acciaio, con lo scopo di evitare che la fuoruscita dell'acido danneggi i contenitori e gli apparati utilizzatori.

Nella sua espressione più elementare la pila può essere costruita sovrapponendo un disco di ferro, un disco di carta assorbente impregnata di acqua salata e un disco di rame. L'efficienza di una pila tanto elementare può essere controllata collegando sui suoi terminali una cuffia; chiudendo ed aprendo il circuito si ascoltano delle rumorosità, dovute al passaggio di corrente generata dalla tensione presente sui morsetti dell'elemento di pila. Se si dovesse misurare con un voltmetro il valore della tensione di una pila così rudimentale, si leggerebbero, sul quadrante dello strumento, i valori di 0,4-0,5 volt.

Le pile possono essere collegate tra di loro con due sistemi diversi: in serie e in parallelo. Nel collegamento in serie la tensione risultante è quella ottenuta dalla somma delle tensioni delle singole pile che concorrono al collegamento. Quando si collegano in parallelo tra di loro due o più pile dello stesso valore di tensione, si ottiene una batteria in grado di erogare corrente per un tempo relativamente lungo; il valore della tensione risultante è pari a quello di una sola pila.

Pile a secco

Le pile a secco possono considerarsi le più universalmente note. Esse sono composte di quattro elementi fondamentali. Il primo elemento è rappresentato dall'elettrodo positivo, che è un bastoncino cilindrico di carbone compresso. Il secondo elemento, che rappresenta l'elettrodo negativo, è costituito dallo zinco. Il terzo elemento è rappresentato dall'elettrolita, che reagisce chimicamente con lo zinco, cioè con il metallo rappresentante il morsetto negativo della pila, dal quale vengono asportati ioni positivi che, a loro volta, risultano attratti dall'elettrodo positivo; ciò vuol significare che, interna-

mente alla pila, la corrente fluisce dal morsetto negativo a quello positivo, mentre nel circuito utilizzatore esterno la corrente fluisce, per convenzione, dal morsetto positivo a quello negativo. Di norma l'elettrolita è rappresentato dal cloruro di ammonio. Il quarto elemento, che compone la pila a secco, è rappresentato dal depolarizzante, che impedisce agli ioni positivi di neutralizzarsi con altri elementi; il depolarizzante è solitamente costituito da biossido di manganese.

Pile al mercurio, al manganese, al nichel-cadmio

Le pile al mercurio, in virtù delle loro minuscole dimensioni, sono utilizzate in tutte le apparecchiature miniaturizzate, dove i problemi di spazio e di peso assumono importanza rilevante; la loro applicazione più comune avviene nelle protesi auditive. L'elettrodo negativo della pila al mercurio è rappresentato dallo zinco, mentre l'elettrodo positivo è costituito dal mercurio; l'elemento depolarizzante è costituito dall'ossido di mercurio. Questi tipi di pile, oltre che essere caratterizzati da piccole dimensioni, presentano il vantaggio di un elevato rapporto energia/volume. La scarica avviene ad una tensione assai stabile per quasi tutto il periodo di utilizzazione.

Le pile al manganese offrono una elevata sicurezza di funzionamento ed una durata più lunga rispetto ai tipi normali. In queste pile l'elemento depolarizzante è rappresentato dal biossido di manganese, mentre l'elettrolita è costituito da una soluzione alcalina.

Le pile al nichel-cadmio vengono usate quando sono richieste correnti di scarica molto elevate, con periodi di erogazione continua alternati a periodi disponibili per la ricarica. Il loro vantaggio rispetto ai tradizionali accumulatori è principalmente costituito dal minor peso. Esse vengono quindi consigliate per l'alimentazione di apparati portatili di tipo professionale o semiprofessionale. La corrente di ricarica delle pile al nichel-cadmio deve essere mantenuta in ogni caso tra lo 0,1 e lo 0,2 della corrente nominale.

AMPLIFICAZIONE

GENERALITÀ

Le onde radio, cioè i segnali radio captati da ogni ricevitore radio, sono molto deboli e per poterle trasformare in voci e suoni debbono essere sottoposte ad un processo di rinforzo, che prende il nome di « amplificazione ». All'amplificazione dei segnali radio provvedono le valvole elettroniche ed i transistor. Questi elementi pilotano i circuiti amplificatori, che si dividono in tre grandi categorie:

1ª) - Amplificatore A.F.
2ª) - Amplificatore M.F.
3ª) - Amplificatore B.F.

L'amplificatore A.F. provvede ad amplificare le onde radio, cioè i segnali radio di alta frequenza, che entrano nel ricevitore radio attraverso l'antenna. L'amplificatore M.F. provvede ad amplificare i segnali di media frequenza, mentre l'amplificatore B.F. amplifica i segnali di bassa frequenza. In ogni caso si tratta sempre di amplificare lo stesso segnale il quale, in quel percorso del ricevitore radio, che prende il nome di circuito, si trasforma in ampiezza e in frequenza; l'ampiezza viene aumentata sempre più dall'ingresso all'uscita dell'apparecchio radio, fino al punto di poter pilotare un altoparlante; la frequenza diminuisce sempre più, perchè dai valori caratteristici delle onde luminose scende a quelli molto bassi delle onde sonore. In generale gli amplificatori per alta frequenza, che vengono anche chiamati amplificatori a radiofrequenza, risultano montati nei ricevitori radio, subito dopo il circuito di entrata. Gli amplificatori di media frequenza vengono montati nei ricevitori radio a circuito supereterodina; gli amplificatori di bassa frequenza vengono montati in tutti gli apparecchi di tipo normale, negli amplificatori ad alta fedeltà, in quelli stereofonici, nei registratori e in moltissime altre applicazioni della radiotecnica e dell'elettronica.

Caratteristiche di amplificazione

Le caratteristiche principali di un amplificatore devono essere: grande fedeltà del segnale amplificato e notevole potenza data al segnale. Per fedeltà si intende la qualità posseduta da un amplificatore nel fornire potenza a un segnale di ingresso nella griglia della valvola amplificatrice e di dare in uscita un segnale che è copia fedele di quello di ingresso, ossia con le stesse variazioni e la stessa proporzione tra le varie ampiezze istantanee. Il segnale in uscita è quello presente sull'anodo della valvola, che presenta delle variazioni rispetto a quello entrante; si dice che esso è affetto da distorsioni oppure che esso è distorto: cioè la forma d'onda del segnale uscente non è più simile a quella del segnale entrante nell'amplificatore ma è soggetta a disturbi e ad imperfezioni.

Dunque, occorre che l'amplificatore di un apparecchio radio sia il più fedele possibile, altrimenti nell'altoparlante entra-

no delle onde che non hanno la forma fedele del segnale captato dall'antenna, per cui viene emessa un'onda sonora distorta e cioè non uguale all'onda sonora di trasmissione: in molti casi la ricezione è addirittura impossibile perchè incomprensibile.

Per evitare i fenomeni di distorsione occorre agire su due fattori principali. Prima di tutto bisogna che la valvola amplificatrice o il transistor amplificatore lavorino nelle condizioni radioelettriche previste dal fabbricante, perchè quelle sono già state sperimentate e consigliate come le più fedeli. In secondo luogo occorre che i componenti radioelettrici che fanno parte del circuito amplificatore non siano essi stessi causa di distorsione per errato dimensionamento o tipo di collegamento. Quando il suono in uscita risulta distorto, cioè affetto da disturbi e da variazioni indesiderate, pur essendo il circuito amplificatore montato con la massima attenzione, occorre porre rimedio all'inconveniente mediante taluni sistemi tecnici. Tra questi il più noto è quello della « controreazione », che consiste nel riportare nella griglia controllo della valvola amplificatrice un segnale proporzionale a quello risultante dall'amplificazione, in modo che sulla griglia avvenga una somma algebrica dei due segnali: quello da amplificare e quello amplificato. In questo modo se i segnali sulla griglia sono differenti in qualche valore, questo valore interviene nell'amplificazione in maniera da non farlo più vivere all'uscita dell'amplificatore. Non è questo un concetto molto semplice da afferrare e neppure può essere interpretato brevemente: di esso verrà trattato più avanti. In ogni caso la controreazione rappresenta un rimedio agli inconvenienti della distorsione che trova la sua principale applicazione pratica negli stadi amplificatori finali di potenza.

Controllo del suono

Quando si realizza o si ripara un ricevitore radio o un amplificatore di bassa frequenza, può accadere che, nonostante tutti i nostri sforzi, il suono in uscita sia distorto, ossia affetto da disturbi e da variazioni indesiderate. In questi casi uno dei rimedi più efficaci consiste nel realizzare un circuito di « controreazione », che

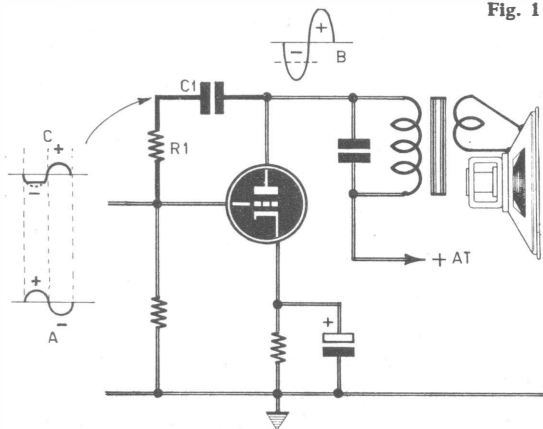
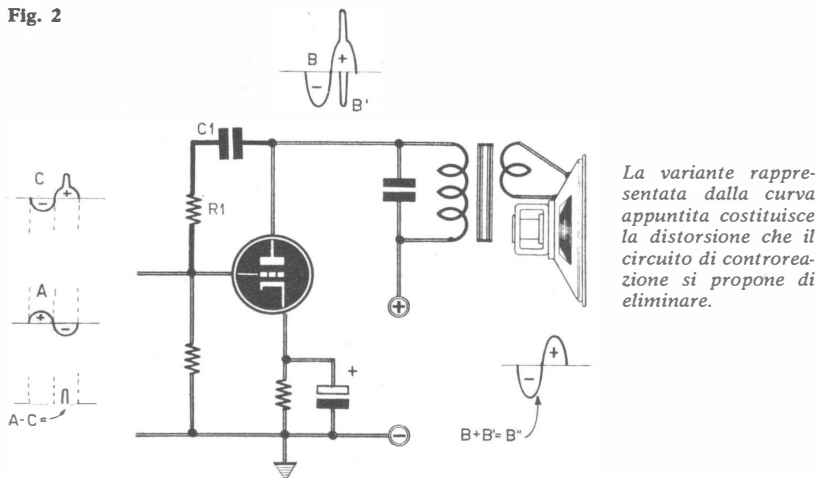
Fig. 1

Esempio di circuito di controreazione con ritorno del segnale amplificato dalla placca alla griglia controllo della valvola amplificatrice finale.

Fig. 2

La variante rappresentata dalla curva appuntita costituisce la distorsione che il circuito di controreazione si propone di eliminare.

consiste nel rimandare nella griglia della valvola amplificatrice un segnale proporzionale a quello risultante dall'amplificazione, in modo che sulla griglia avvenga una somma algebrica dei due segnali (quello da amplificare e quello amplificato). In questo modo se i due segnali sulla griglia sono differenti in qualche valore, questo valore interviene nell'amplificazione in maniera da non farlo più vivere all'uscita del trasformatore.

Per chiarire i brevi concetti fin qui presentati occorre fare riferimento al circuito rappresentato in figura 1. Il circuito di controreazione vero e proprio è rappresentato dal condensatore C1 e dalla resistenza R1. Attraverso questi componenti una parte del segnale amplificato, uscente dalla valvola amplificatrice finale di bassa frequenza, viene riportata all'ingresso della valvola stessa, cioè sulla griglia controllo. Il condensatore C1 blocca la tensione anodica continua applicata sulla placca della valvola, impedendole di raggiungere la griglia controllo. Questo condensatore lascia passare invece la corrente alternata rappresentativa del segnale di bassa frequenza amplificato della valvola. La resistenza R1, invece, riduce il valore della corrente e, di conseguenza, la tensione che, altrimenti, sarebbe troppo elevata per la griglia controllo e porterebbe rapidamente la valvola fuori uso.

Il segnale alternato contrassegnato con la lettera « A » nella figura 1, rappresenta il segnale da amplificare applicato all'ingresso della valvola, cioè alla sua griglia controllo. Il segnale contrassegnato con la lettera « B » rappresenta il segnale amplificato, cioè il segnale uscente dalla valvola ed applicato al trasformatore d'uscita e all'altoparlante. Con la lettera« C » è indicato il segnale che ritorna all'ingresso della valvola attraverso il circuito di controreazione.

Osservando il segnale di entrata e quello d'uscita (A-B), si nota che vi è una completa inversione di fase, cioè la semionda positiva entrante è divenuta una semionda negativa all'uscita della valvola; l'inversione di fase costituisce una delle caratteristiche dei circuiti amplificatori e, quindi, delle valvole amplificatrici. Supponiamo ora che, per un qualsiasi motivo, il segnale uscente risulti « tranciato » (linea tratteggiata); in questo caso il segnale

applicato all'altoparlante risulterebbe anch'esso « tranciato », se non vi fosse il circuito di controreazione, che applica all'ingresso della valvola una parte del segnale amplificato; la tranciatura del segnale equivale ad una distorsione del suono nell'altoparlante.

Quando il segnale « C » raggiunge la griglia controllo della valvola (anche questo segnale è « tranciato ») si verifica una somma algebrica, cioè una differenza tra il segnale contrassegnato con « C » e quello contrassegnato con « A »; in altre parole si può dire che sulla griglia controllo della valvola si genera un nuovo segnale, che è formato dalla differenza dei valori istantanei dei due segnali « C » e « A ». Questa differenza è quella che pilota la griglia controllo della valvola la quale, in corrispondenza degli istanti in cui « B » risulta tranciato, produce un segnale maggiore; all'uscita si ritrova, in questo modo, il segnale « B » non tranciato e quindi il suono nell'altoparlante non è più distorto e l'ascolto può considerarsi fedele.

Il concetto più difficile da assimilare è quello relativo alla differenza tra i segnali « C » e « A ».

Differenza tra i segnali

Occorre pensare che nello stesso istante in cui la valvola amplifica una tensione di entrata « A », si ha formazione del segnale dovuto alla controreazione (C) e quindi la immediata effettuazione della differenza tra il segnale « C » e il segnale « A »: se la differenza è zero, tutto va bene e non succede nient'altro; l'altoparlante produrrà il suono corrispondente al segnale « B ».

Se invece tra i valori istantanei c'è una differenza, questa va a comandare immediatamente, cioè nello stesso istante, la

In questo terzo esempio di circuito di controreazione si preleva il segnale dall'avvolgimento secondario del trasformatore di uscita.

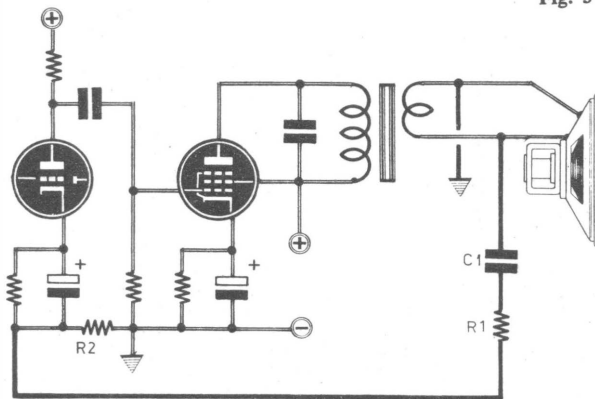
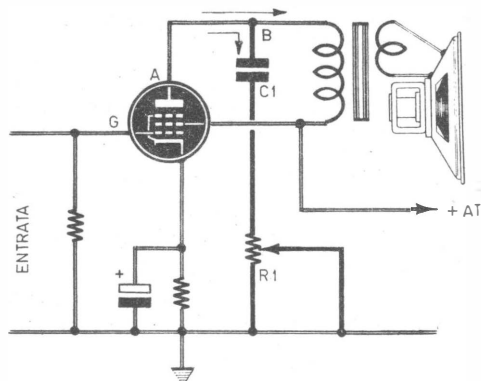
Fig. 3

Circuito teorico di controllo manuale di tonalità dei segnali amplificati di bassa frequenza.

Fig. 4

griglia controllo della valvola, imponendole di amplificare più o meno, a seconda che la differenza sia positiva oppure negativa, finchè il segnale « B » non generi un segnale « C » uguale e opposto al segnale. Tutto ciò avviene nello stesso istante.

Facciamo ora un secondo esempio. Riferendoci alla figura 2. Anche in questo caso indichiamo con « A » il segnale da amplificare, mentre indichiamo ancora con « B » il segnale amplificato. Supponiamo questa volta che il segnale amplificato presenti una variante rispetto al segnale da amplificare, rappresentata da una curva appuntita; questa variante costituisce la distorsione; il segnale riportato nel circuito di entrata della valvola, attraverso il circuito di controreazione, presenta pur esso la curva appuntita caratteristica della controreazione, ma quest'ultima si presenta già ridotta per l'effetto della resistenza R1.

Il segnale « C » si sottrae al segnale « A » e forma istantaneamente sulla griglia controllo una curva appuntita di tensione che, a sua volta, genera il segnale contrassegnato con « B », formato dalla sola curva appuntita uguale ed opposta a quella contrassegnata con la lettera « B »; in questo modo sulla placca della valvola si ottiene la somma algebrica dei due segnali « B » e « B' », che danno luogo ad un terzo segnale contrassegnato con la lettera « B'' »; questo segnale provoca un suono che è la fedele riproduzione del segnale applicato all'ingresso del circuito. Il circuito di controreazione può essere ottenuto anche in modo diverso da quelli fin qui illustrati. Per esempio un altro sistema di controreazione è quello rappresentato in figura 3, in cui la controreazione prende inizio dall'avvolgimento secondario del trasformatore d'uscita e finisce sul circuito di catodo della valvola preamplificatrice di bassa frequenza. Questo sistema presenta dei vantaggi rispetto a quello precedentemente illustrato, perchè permette di correggere gli errori e le distorsioni introdotti dal trasformatore d'uscita.

Il condensatore C1, che ha il valore di 25.000 pF, e la resistenza R1, che ha il valore di 10.000 ohm, svolgono la stessa funzione dei componenti analizzati nel precedente circuito. Questa volta, tuttavia, il condensatore C1 ha un valore più elevato (il valore nei precedenti schemi era di 10.000 pF), perchè deve provocare una minore caduta di tensione; anche la resistenza ha un valore più basso, perchè anch'essa deve provocare una minore caduta di tensione: infatti, mentre negli esempi precedenti la tensione variabile sulla placca (segnale « B ») poteva essere di 50-100 V, ora, sull'avvolgimento secon-

dario del trasformatore d'uscita, si mantiene intorno a valori di 1-10 V, e quindi occorre ottenere minor dislivello di potenziale per riportare il segnale amplificato alla griglia controllo.

Fino a questo momento abbiamo per semplicità parlato di una somma algebrica dei segnali « A » e « C » i quali assumono valori circa uguali. In realtà, così facendo, si viene a verificare un valore di amplificazione molto basso, in quanto il segnale in griglia risulta piccolo (differenza « A » e « C » che sono quasi uguali) per cui sull'anodo la tensione ricavabile sarà ancora bassa e quindi dall'altoparlante uscirà un suono debolissimo. Per questo, in pratica, si riporta nella griglia il segnale « C » che è minore di « A »: così facendo restano, è vero, delle distorsioni, ma queste sono molto diminuite rispetto al caso in cui la controreazione non c'è. Inoltre si ottiene un buon valore di amplificazione, ossia si ricava una tensione variabile sull'anodo che ha un valore elevato e quindi buono per essere portato, tramite il trasformatore, all'altoparlante.

Riassumendo, con la controreazione si riducono le distorsioni ma questo avviene a spese dell'amplificazione che verrà anch'essa ridotta; la riduzione di amplificazione è tuttavia sempre minore della distorsione; conviene quindi ricorrere alla controreazione, specialmente quando si ha a che fare con circuiti riproduttori ad alta fedeltà.

Controllo di tonalità

Chi ascolta la radio o un amplificatore di bassa frequenza sente spesso il bisogno di rendere più cupa o più chiara la voce. Per ottenere questo effetto si regola un potenziometro, che provvede a sua volta a regolare il suono emesso dall'altoparlante; il potenziometro, generalmente collegato con un condensatore in un punto della sezione amplificatrice finale di potenza dei radioapparati, provvede a sopprimere le alte frequenze acustiche, che potrebbero essere presenti con troppa energia e sono dovute alle alte frequenze presenti nel segnale sonoro amplificato, ai disturbi, ai ronzii, ecc. Con questo potenziometro si attenuano le frequenze alte, in modo che il suono dell'altoparlante diviene basso, cioè più ovattato e con tonalità bassa. Nella maggior parte dei ricevitori radio e degli amplificatori di bassa frequenza in cui è presente, il controllo di tonalità effettua la regolazione delle alte frequenze soltanto, togliendole dal circuito se esse sono ritenute disturbatrici; tuttavia questo controllo può anche mancare, senza che si manifestino inconvenienti gravi. Il controllo di tonalità, dunque, deve considerarsi una... raffinatezza. In alcuni tipi di ricevitori radio e, generalmente, negli amplificatori di bassa frequenza ad alta fedeltà, esistono addirittura due o più controlli di tonalità: uno per le note acute, ossia per l'eliminazione delle freuqenze basse del segnale sonoro, ed uno per le note gravi, ossia per l'eliminazione delle frequenze alte del suono uscente dall'altoparlante.

In linea di massima il controllo di tonalità è composto da un circuito in cui sono collegati: un condensatore ed una resistenza variabile (potenziometro), sulla quale si agisce per ottenere la regolazione.

Realizzazione pratica del controllo manuale di tono.

Fig. 5

Esempio di circuito amplificatore finale con controllo manuale di tonalità.

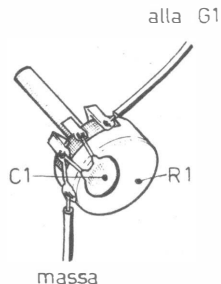
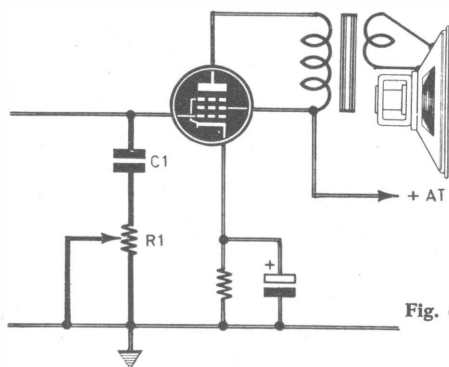



Fig. 6

In questo caso il condensatore di fuga è collegato tra la griglia controllo e il potenziometro.

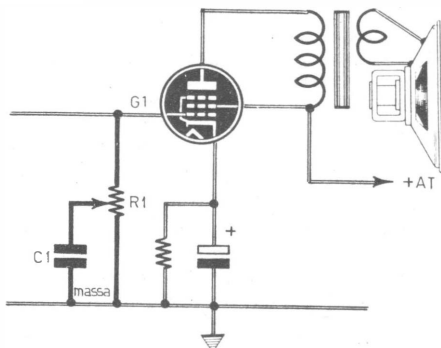



Fig. 7

Controllo di tono sulla placca

Il controllo di tonalità può essere collegato sul circuito anodico della valvola amplificatrice finale di bassa frequenza, oppure all'ingresso della valvola stessa, cioè sulla griglia controllo.

Il circuito per il controllo di tonalità, collegato sul circuito anodico della valvola, è rappresentato in figura 4; gli elementi che concorrono alla composizione del controllo di tonalità sono rappresentati dal condensatore C1 e dalla resistenza R1 (potenziometro). Il condensatore C1 ha un valore compreso tra 10.000 e 100.000 pF, mentre il potenziometro R1 ha un valore compreso fra i 50.000 e i 100.000 ohm nella posizione di massimo inserimento.

Esaminiamo ora il funzionamento di questo circuito. Sulla placca della valvola, punto A, è presente una tensione continua, generalmente del valore di 200 V circa; questa tensione è composta in parte dalla tensione di alimentazione e in parte da quella di amplificazione del segnale applicato all'entrata della valvola. In altre parole si può dire che per il punto A passa un flusso di elettroni, cioè una corrente di elettroni diretta verso il trasformatore d'uscita e, quindi, verso l'alimentatore: questa corrente è generata dalla componente continua dovuta alla presenza del-

l'alimentatore e dalla componente variabile dovuta al segnale variabile sulla griglia, che è stato amplificato. Quando questa corrente arriva sul punto B, essa si divide nei due rami in misura proporzionale all'ostacolo incontrato; per esempio la componente continua della corrente va nel trasformatore d'uscita (avvolgimento primario), perchè non può attraversare il condensatore C1; la corrente variabile, invece, si divide in due parti: una parte prende la via del circuito che controlla la tonalità, l'altra prende la via del trasformatore. L'entità di queste correnti è determinata dalle caratteristiche radioelettriche dei circuiti.

Controllo di tono sulla griglia

Il controllo di tonalità può essere realizzato, ovviamente, con altri valori dei componenti, sul circuito di griglia della valvola amplificatrice finale. Un esempio di questo tipo di circuito è rappresentato in figura 6.

Il potenziometro R1 ha un valore compreso tra 1 e 2 megaohm, mentre il condensatore C1 ha un valore compreso tra 5.000 e 10.000 pF. Il condensatore e il potenziometro si comportano allo stesso modo con cui si comportavano nel circuito precedentemente analizzato. I ragionamenti che sono stati fatti precedentemente valgono ancora: naturalmente cambiano i valori dei componenti R1 e C1.

Un altro esempio di circuito per il controllo della tonalità è presentato in figura 7. Anche in questo caso il potenziometro R1 e il condensatore C1 hanno sempre lo stesso valore; il condensatore C1 è applicato tra la presa centrale del potenziometro e la massa, dando così modo alle alte frequenze di essere convogliate a massa.

Esistono decine di altri sistemi di controllo di tono sulla griglia, ma poichè abbiamo visto il loro modo di funzionare concettualmente, basterà applicare i ragionamenti fatti ai casi particolari per comprendere qualsiasi sistema di questo tipo.

Il tono sulla controreazione

Il controllo di tonalità può essere realizzato sul circuito di controreazione, come indicato in figura 8. In questo circuito si fa uso di un condensatore C1 da 10.000 pF e di un potenziometro R1 da 1 megaohm. Il funzionamento è simile a quello analizzato nel caso del circuito di controreazione e nel caso del controllo di tono sulla placca, con questo tipo di controllo di tonalità ritornano all'ingresso del circuito amplificatore soprattutto le alte frequenze, che vanno a sottrarsi a quelle presenti sulla griglia riducendole e lasciando intense le basse frequenze acustiche.

Anche in questo caso esistono molti

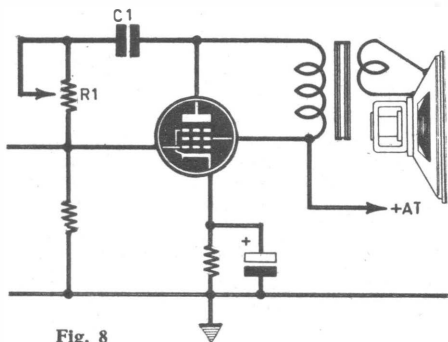



Fig. 8

Ciruito teorico dello schema di amplificatore finale con controllo di tono sul circuito di controreazione.

Circuito teorico di amplificatore finale di bassa frequenza munito di condensatore soppressore (C1).

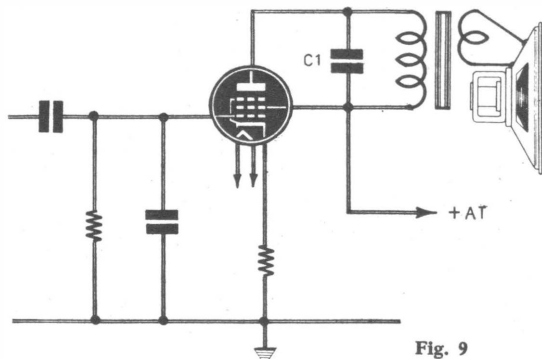



Fig. 9

tipi di controlli di tonalità funzionanti su questo schema: spesso sono impiegati controlli di tonalità solamente sul circuito di controreazione.

Condensatore soppressore

In quasi tutti i circuiti amplificatori di bassa frequenza è presente, in parallelo all'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita, un condensatore, chiamato « condensatore soppressore ». A che cosa serve questo condensatore? Che cosa succederebbe se esso non venisse collegato nel circuito?

Il compito di questo condensatore è quello di eliminare le frequenze acustiche troppo alte che derivano dal rumore delle valvole, da eventuale fruscìo, da frequenze nascenti nel circuito per effetti armonici particolari. Inoltre, il condensatore C1 dello schema di figura 9 ha lo scopo di formare, unitamente al circuito dell'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita, un circuito accordato simile al circuito d'ingresso (bobina-condensatore variabile) degli apparecchi radio, in modo da esaltare le frequenze acustiche intorno ai 100-3.000 Hz. Più alta è la capacità del condensatore C1 e più bassa è la frequenza esaltata; viceversa, più bassa è la capacità del condensatore C1 e più alte sono le frequenze esaltate. Nel caso di figura 9 il condensatore C1 ha il valore di 5.000 pF; questo valore capacitivo si presta ottimamente per l'esaltazione delle basse frequenze acustiche.

Amplificazione di bassa frequenza

Ogni circuito, di ogni radioricevitore di tipo commerciale, può suddividersi, sommariamente, in tre parti fondamentali, che prendono il nome di « stadi ». Questi tre stadi, a partire dall'antenna, che rappresenta l'entrata del ricevitore radio, fino all'altoparlante, che costituisce l'uscita dell'intero circuito, vengono così denominati: stadio di alta frequenza, stadio di media frequenza e stadio di bassa frequenza.

Esamineremo ora lo stadio di bassa frequenza, che costituisce lo stadio amplificatore finale dei segnali radio captati dall'antenna, quello che sfocia nell'altoparlante; lo stadio di amplificazione di bassa frequenza esercita, quindi, l'ultima azione di « rinforzo » dei segnali, prima che questi si trasformino in voci e suoni.

Circuito amplificatore B.F.

In figura 10 è rappresentato lo schema di un amplificatore di bassa frequenza di uso molto comune.

La valvola V1 è un pentodo finale di tipo

EL95. Il condensatore C1, che ha il valore di 10.000 pF, permette di far passare soltanto la parte di corrente variabile di bassa frequenza, bloccando la corrente continua, cioè la componente continua della corrente. La corrente variabile, che passa attraverso il condensatore C1, raggiunge la griglia controllo della valvola V1, per essere amplificata; il segnale amplificato viene raccolto sulla placca della valvola ed applicato all'avvolgimento primario del trasformatore di uscita T1; sull'avvolgimento secondario di T1 è collegato l'altoparlante. Il condensatore C3, collegato in parallelo all'avvolgimento primario del trasformatore di uscita T1, serve a cortocircuitare l'eventuale parte di frequenza molto elevata uscente dalla placca della valvola V1; in questo modo non si permette alle componenti di alta frequenza di disturbare il lavoro del trasformatore.

La griglia schermo della valvola V1 è generalmente allo stesso potenziale della placca, cioè, in questo caso a 200 V. Il gruppo resistivo-capacitivo R1-C2 serve per polarizzare il catodo della valvola; ossia, per fare in modo che il pentodo conduca, occorre che il catodo si trovi a un potenziale positivo rispetto alla griglia, cioè la griglia deve trovarsi a un potenziale negativo rispetto al catodo: se così non fosse la valvola non funzionerebbe bene.

E vediamo ora come avviene il funzionamento del gruppo resistivo-capacitivo R2-C2. Lo scopo da raggiungere è quello di conferire al catodo un potenziale positivo di circa 10 o 20 V rispetto a massa, mentre la griglia deve trovarsi press'a poco al potenziale di massa o valori leggermente superiori.

La corrente che scorre nella valvola impone al catodo di rimanere positivo, con tensione pari ai valori richiesti, e ciò a causa della presenza della resistenza R1 che provoca la caduta di tensione fino a massa. Al condensatore C2, invece, è affidato il compito di far passare agevolmente la componente variabile della corrente che fluisce nella valvola V1, obbligando la componente continua a passare sulla resistenza e quindi a far assumere al catodo il voluto segno positivo rispetto a massa.

Il motivo per cui negli amplificatori finali di bassa frequenza si ricorre all'uso di valvole pentodo è dovuto al fatto che proprio con questi tipi di valvole si ottengono amplificazioni più potenti; con i pentodi è possibile ricavare all'uscita segnali più robusti rispetto al caso in cui si usano i triodi. I triodi vengono in genere impiegati soltanto per l'amplificazione delle alte frequenze.

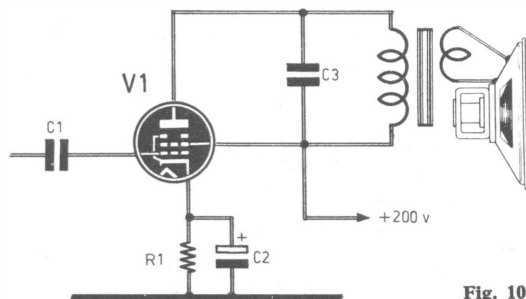
Per concludere possiamo dire che il circuito amplificatore a bassa frequenza o amplificatore finale, ha il compito di dare energia a una tensione variabile che, irrobustita, viene successivamente trasformata in suono dall'altoparlante.

Circuito teorico di un amplificatore di bassa frequenza di uso comune, pilotato da una valvola pentodo.

Fig. 10

Schema elettrico di un amplificatore di bassa frequenza con uscita in controfase a ingresso a trasformatore.

Fig. 11

La potenza di uscita, cioè il prodotto della tensione per la corrente nel circuito di uscita, è proprio determinata dallo stadio amplificatore a bassa frequenza; da questo dipende anche la fedeltà della riproduzione, ossia l'assenza o meno di distorsioni; ciò vuol significare anche che, nella costruzione di questi apparati o nella verifica di quelli già costruiti, occorre prestare particolare attenzione a questo amplificatore finale, cioè ai suoi componenti, in modo che siano realizzate quelle doti che lo rendono buono e accettabile. Esiste, come il lettore certamente sa, una vasta gamma di questi amplificatori, ognuno dei quali può essere esaminato, per una prima verifica, ad orecchio, ascoltando cioè il suono che esce dall'altoparlante; in questo modo, a seconda della bontà del suono, si può subito affermare se l'amplificatore è buono o no, supponendo che il trasformatore e l'altoparlante siano in ottime condizioni e opportunamente collegati all'amplificatore stesso.

Tra i tipi molto buoni esiste uno stadio amplificatore a bassa frequenza che presenta caratteristiche di fedeltà e di potenza eccezionali: questo stadio amplificatore si chiama « controfase »; a volte viene anche chiamato amplificatore con uscita in « push-pull » usando la terminologia inglese.

Amplificatore in controfase

Il circuito in controreazione è, in pratica, l'insieme di due amplificatori di bassa frequenza collegati in parallelo tra di loro, con il circuito catodico in comune, in modo che i catodi delle due valvole raggiungano entrambi lo stesso valore di tensione.

Il segnale da amplificare è applicato all'avvolgimento primario del trasformatore T1, il quale è dotato di una presa centrale sull'avvolgimento secondario. Se si collega questa presa centrale a massa, quando all'avvolgimento primario è applicato un segnale a tensione alternata, sull'avvolgimento secondario sono presenti due tensioni uguali di forma ma invertite: ossia la parte positiva dell'una è negativa nell'altra. Questi due segnali vengono applicati alle due griglie controllo delle valvole V1 e V2. Con questo sistema all'uscita si formano onde sonore provenienti dalla tensione che giunge alle valvole V1 e V2, che lavorano a turno, facendo meno fatica e fornendo suono migliore.

Infatti si verifica proprio che la potenza che le valvole possono erogare è doppia di quella che può erogare una valvola sola.

Il circuito di amplificatore finale in controfase con ingresso a trasformatore, come quello presentato in figura 11, presen-

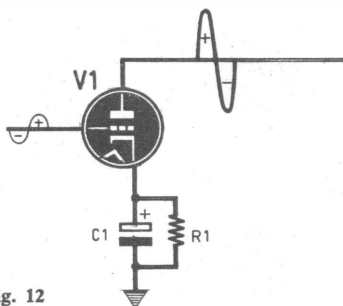



Fig. 12

Il triodo amplificatore irrobustisce (amplifica) il segnale applicato alla sua griglia, invertendolo nella fase (segnale capovolto).

ta alcuni piccoli inconvenienti. L'uso del trasformatore, infatti, implica un costo maggiore nella costruzione del ricevitore radio, il trasformatore T1 è un componente un po' caro ed è anche un elemento di ingombro. Un altro inconveniente è dovuto al fatto che il trasformatore T1 introduce sempre un po' di distorsione nella tensione.

Per evitare questi svantaggi nel circuito amplificatore finale in « push-pull », si fa uso, in sostituzione del trasformatore, di una valvola triodo, che prende il nome di valvola invertitrice.

Push-pull e inversione

Quando si applica un segnale alternato alla griglia di una valvola amplificatrice, per esempio ad un triodo, si ricava all'uscita della valvola un segnale amplificato, cioè irrobustito, simile a quello applicato alla griglia, ma capovolto, cioè invertito in fase; in altre parole si dice che gli am-

Circuito teorico di un amplificatore di bassa frequenza con uscita in push-pull. L'ingresso è del tipo a valvola; la valvola V1, cioè, provvede all'inversione dei segnali da applicare alla valvola V2.

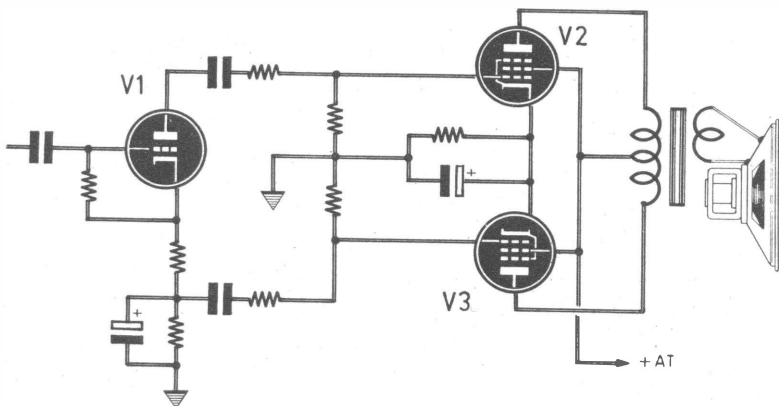



Fig. 13

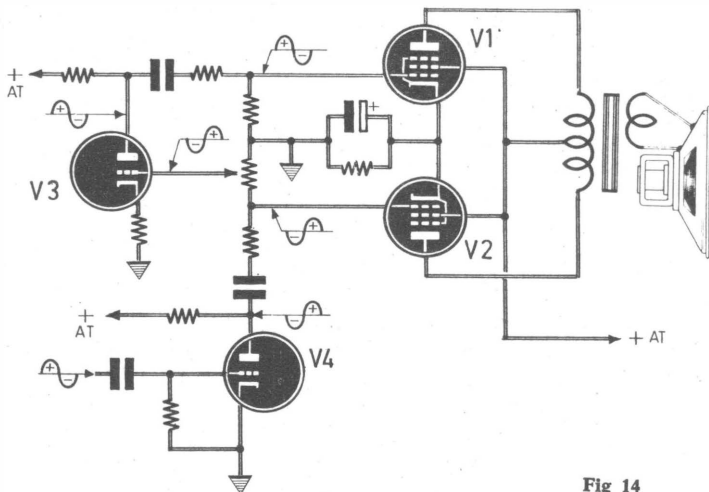



Fig 14

Con l'aggiunta della valvola amplificatrice (V4) si ottiene un sistema di amplificazione finale, con uscita in push-pull, molto più fedele e sicuro.

plificatori invertono i segnali di fase. In figura 12 è rappresentato questo fenomeno: il segnale applicato alla griglia controllo della valvola V1 è di una certa grandezza; quando questo segnale viene raccolto sulla placca della valvola, esso è simile al precedente ma più grande, ed inoltre risulta invertito in fase, cioè quando sulla griglia controllo della valvola è presente una alternanza positiva, sulla placca della valvola si preleva un'alternanza negativa.

Dall'esposizione di questo concetto e dall'esame dello schema di figura 12 si comprende facilmente ora in qual modo la valvola possa sostituire il trasformatore per ottenere l'inversione di fase del segnale da applicare alle due valvole amplificatrici finali funzionanti in controfase. Basterà infatti inviare alla griglia controllo di una delle due valvole amplificatrici finali il segnale prelevato dalla placca del triodo, ed inviare all'altra griglia dell'altra valvola il segnale entrante nel triodo invertitore di fase.

Occorre tener presente che in questo tipo di circuito si debbono utilizzare due condensatori in serie, che hanno lo scopo di bloccare la tensione continua prelevata sull'anodo dovuta all'alimentatore ed eventuali altre tensioni continue. Inoltre occorre, come è logico, far in modo che l'ampiezza dei segnali sulla griglia e sull'anodo siano uguali, altrimenti una delle due valvole V1 o V2 del circuito di figura 11

amplifica più dell'altra e, all'uscita, si ha un segnale distorto. A tale scopo si realizza il circuito che è rappresentato in figura 13, utilizzato in pratica per gli apparecchi radio di maggior potenza e con maggiore fedeltà. In questo schema la tensione da inviare alla griglia controllo delle valvole finali è presa sull'anodo e sul catodo della valvola V1, dato che non c'è differenza sostanziale tra questo sistema di prelievo del segnale e quello effettuato nello schema di figura 12.

Esiste un altro sistema, ancora più fedele, e sicuro, per ottenere l'inversione di fase del segnale: si tratta del sistema impiegante, oltre alla valvola invertitrice anche una valvola amplificatrice, che ha il compito di rendere uguali le due tensioni da applicare alle griglie controllo delle due valvole amplificatrici finali. Questo circuito è rappresentato in figura 14.

In questo stesso circuito sono rappresentate anche le forme d'onda della tensione, che permettono di comprendere meglio il funzionamento del circuito.

Le valvole V1 e V2 sono quelle che realizzano il push-pull, mentre la valvola V3 rappresenta l'invertitrice di fase; la valvo-

Il tubo elettronico più semplice per poter partecipare ad un processo di amplificazione è il triodo, che è composto di tre elementi fondamentali: catodo-griglia-placca.

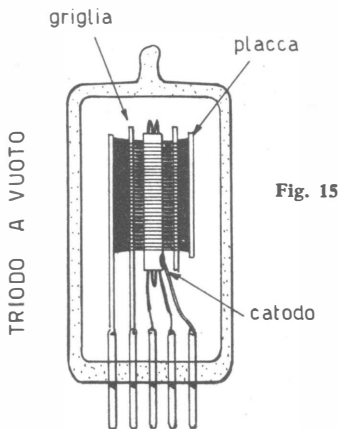



Fig. 15

Tra i semiconduttori, il transistor a tre elettrodi rappresenta il componente più indicato a svolgere un processo di amplificazione. Quello qui sotto raffigurato è un transistor di tipo PNP.

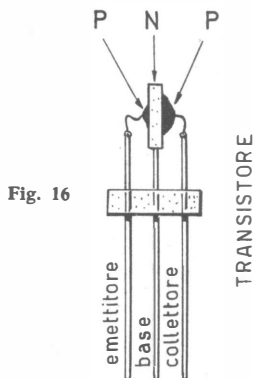



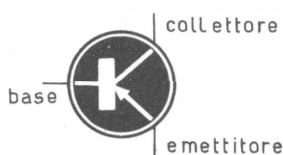
Fig. 16

la V4 costituisce la valvola amplificatrice, che rende uguali in ampiezza i segnali applicati alle griglie controllo delle due valvole amplificatrici finali. Il segnale da amplificare entra nella griglia della valvola V4 e viene amplificato da questa ed inviato alla griglia della valvola V2, invertito di fase; contemporaneamente, la valvola V3, cioè la valvola invertitrice di fase, preleva una porzione del segnale presente sulla griglia della valvola V2 e lo amplifica, invertendolo di fase ed inviandolo poi alla griglia della valvola V1, in modo che in questo punto la tensione risulti in opposizione di fase rispetto a quella presente sulla griglia controllo della valvola V2. Il risultato è che sull'altoparlante si ritrova un segnale ottimo e potentissimo, frutto del lavoro delle due valvole amplificatrici finali V1 eV2, nonchè delle due ausiliarie V3 e V4.

Fig. 17

Il processo di amplificazione di un qualsiasi segnale consiste in un « rinforzo » del segnale stesso, che deve mantenere l'identica forma.

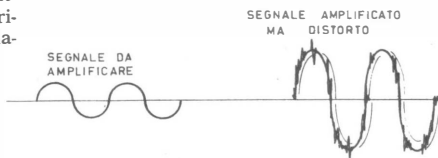



Fig. 18

Rappresentazione grafica di un segnale amplificato ma distorto. La distorsione è un fenomeno negativo agli effetti della riproduzione sonora.

Trasformatore di uscita

Questo particolare trasformatore, presente in tutti gli apparecchi radio a valvole, collegato fra la valvola amplificatrice finale e l'altoparlante, viene così chiamato perchè è collegato all'uscita della valvola finale dell'apparecchio radio.

Come è stato più volte ripetuto, ogni apparecchio radio è caratterizzato dalla presenza di un circuito di entrata e di un circuito di uscita; tra questi due circuiti si sviluppa l'intero percorso del ricevitore radio.

Il circuito di entrata è rappresentato dall'antenna e dai primi elementi ad essa collegati; il circuito di uscita è caratterizzato dalla presenza di un trasduttore acustico, che può essere la cuffia telefonica o l'altoparlante. Per pilotare una cuffia telefonica non occorrono potenze elettriche di valore rilevante; per pilotare invece un altoparlante è necessario che l'apparecchio radio sviluppi una certa quantità di potenza elettrica, erogata dalla valvola amplificatrice finale di bassa frequenza, nell'altoparlante. All'avvolgimento primario del trasformatore di uscita è affidato

Fig. 19

Nel tubo elettronico, denominato triodo, il segnale da amplificare risulta applicato alla griglia controllo; quello amplificato viene prelevato dalla placca.

anche il compito di fungere da elemento di carico anodico della valvola amplificatrice finale.

Come si sa, la potenza elettrica è determinata dal prodotto della tensione per l'intensità di corrente. Quindi, la potenza può essere elevata quando sono elevati i due fattori che la determinano, oppure quando è elevato uno solo di questi. Nel nostro caso deve essere elevato il valore relativo alla corrente elettrica, perchè per ottenere un campo elettromagnetico intenso nell'altoparlante, cioè nella sua bobina mobile, occorre che questa venga percorsa da una corrente di notevole intensità. Dunque, il compito principale del trasformatore di uscita è quello di trasformare la potenza elettrica presente nell'avvolgimento primario in una potenza elettrica, nell'avvolgimento secondario, nella quale il valore della tensione viene ridotto di molto mentre quello della corrente viene elevato. Ed ecco spiegato il motivo per cui l'avvolgimento primario è caratterizzato da un filo molto sottile, mentre quello secondario è ottenuto con filo di sezione elevata, perchè deve sopportare la notevole intensità di corrente che lo attraversa.

Quando si deve montare un trasformatore di uscita, si deve tener conto di alcuni dati essenziali: le caratteristiche radioelettriche della valvola amplificatrice finale, cioè l'impedenza dell'avvolgimento secondario, che deve corrispondere all'impedenza dell'altoparlante da collegare, e, per ultima, la potenza di uscita misurata in watt.

Nella tabella sono elencati, a titolo di esempio, alcuni valori di impedenza di carico delle valvole più comunemente impiegate negli amplificatori di bassa frequenza.

Servendosi di una cuffia telefonica, è possibile concretizzare il fenomeno dell'amplificazione di un segnale. L'esperimento prevede il collegamento, in parallelo, dei due padiglioni della cuffia stessa per mezzo di un cavo della lunghezza di una decina di metri.

Fig. 20

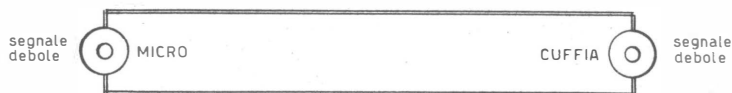
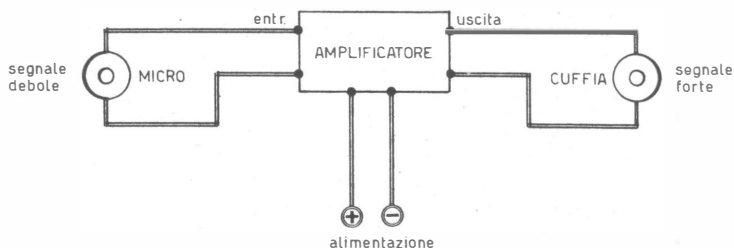



Fig. 21

Questo rudimentale telefono, che è il risultato della preparazione dell'esperimento illustrato nella pagina precedente, permette di realizzare un elementare processo di amplificazione. Il segnale ricevuto, tuttavia, apparirà molto debole; per rinforzarlo occorre inserire, lungo la linea di collegamento dei due auricolari, un apparato amplificatore con alimentatore autonomo.

VALVOLA	IMPEDENZA	VALVOLA	IMPEDENZA
UL 84	2.500 Ω	EL 41	7.000 Ω
45 B 5	2.500 Ω	DL 92	7.000 Ω
UL 41	3.000 Ω	DL 93	7.000 Ω
35 QL 6	3.000 Ω	6 BQ 5	7.000 Ω
35 D 5	3.000 Ω	EL 42	10.000 Ω
35 B 5	3.000 Ω	DL 94	10.000 Ω
50 B 5	3.000 Ω	3 S 4	10.000 Ω
EL 90	5.000 Ω	DL 96	15.000 Ω
UCL 82	5.000 Ω	P.P. 6 V 6	5.000 + 5.000 Ω
6 V 6	5.000 Ω	P.P. EL 95	5.000 + 5.000 Ω
6 AQ 5	7.000 Ω	P.P. EL 84	4.000 + 4.000 Ω
EL 84	7.000 Ω	P.P. 6 BQ 5	4.000 + 4.000 Ω
ECL 86	5.000 Ω	P.P. EL 41	3.500 + 3.500 Ω
		P.P. EL 86	1.750 + 1.750 Ω

Anche l'avvolgimento secondario del trasformatore di uscita ha un suo valore di impedenza: questa deve essere uguale all'impedenza della bobina mobile dell'altoparlante.

I valori più comuni delle impedenze degli avvolgimenti secondari dei trasformatori di uscita sono: 2,5 - 3,8 - 4,6 - 5 - 7 - 8 - 16 - 20 - 500 - 800 ohm.

I trasformatori di uscita più comuni sono quelli montati nei ricevitori radio a circuito supereterodina, e questi tipi di trasformatori sono stati i primi a nascere dopo l'avvento della radio. Attualmente, in virtù del continuo e costante progresso nel perfezionamento dell'amplificazione di bassa frequenza, sono stati concepiti trasformatori di uscita anche molto complessi e assai costosi; tra questi ricordiamo i trasformatori di uscita ultralineari,

COMPONENTI

V1	=	**FC92 (6C4)**
C2	=	**10.000 pF**
C1	=	**16 μF-250 Vl (elettrolitico)**
C3	=	**16 μF-250 Vl (elettrolitico)**
R1	=	**10 megaohm — 1/2 watt**
R2	=	**47.000 ohm — 1 watt**
R3	=	**2.700 ohm — 1 watt**
RS1	=	**raddrizz. al selenio (150 volt — 50 mA)**
T1	=	**trasf. d'alimentaz. (30 watt)**
S1	=	**interruttore**

Fig. 23

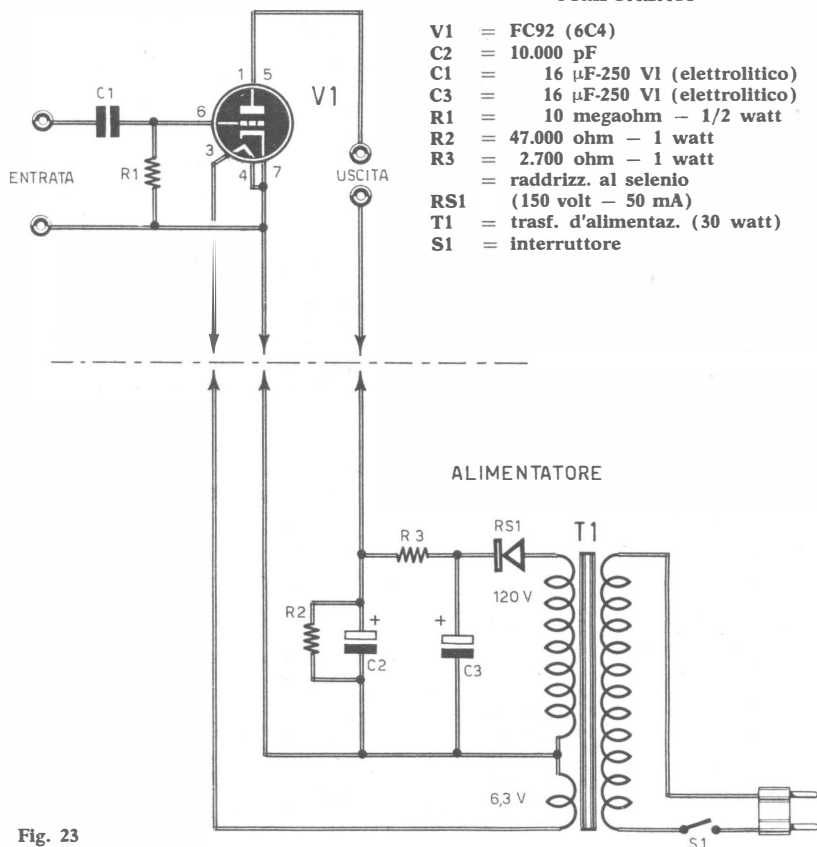
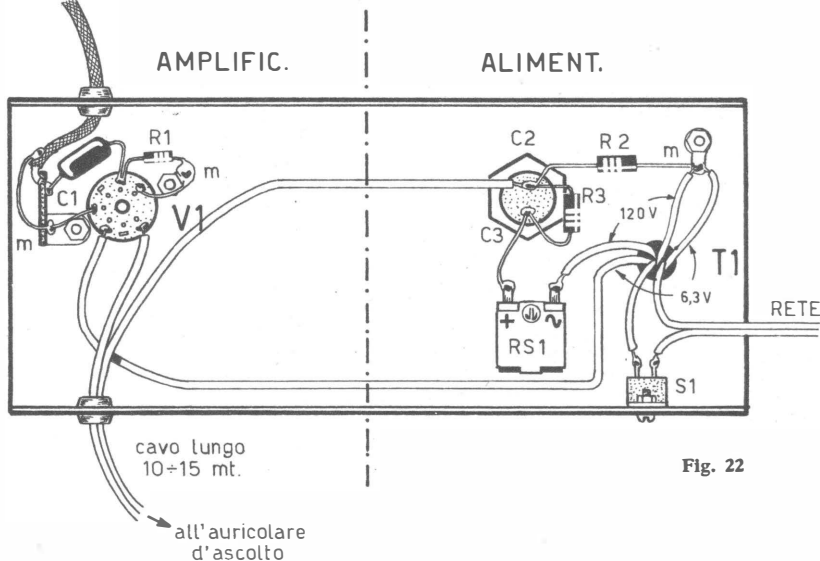



Fig. 22

Piano di cablaggio di un apparato amplificatore, ad una sola valvola, che può essere inserito lungo la linea di collegamento dei due auricolari del rudimentale telefono illustrato in fig. 21. Il montaggio dei componenti elettronici è ottenuto su telaio metallico, che ha funzioni di conduttore unico di massa. Sulla parte destra è montato l'alimentatore vero e proprio, sulla parte sinistra è montato l'amplificatore.

Schema teorico dell'amplificatore (in alto) e dell'alimentatore (in basso), il cui piano di cablaggio, visto nella parte di sotto del telaio, è rappresentato in fig. 22.

impiegati negli amplificatori Hi-Fi. In questi trasformatori l'avvolgimento primario ha una presa al 43% del numero totale delle spire, per la polarizzazione delle griglie schermo. Il nucleo è realizzato con lamierini ad alta permeabilità, mentre gli avvolgimenti sono suddivisi perfettamente tra di loro, allo scopo di garantire un basso valore di capacità distribuita.

Pratica dell'amplificazione

Tutti i circuiti amplificatori, siano essi di alta, di media o di bassa frequenza, possono essere indifferentemente pilotati da una o più valvole, oppure da uno o più transistor.

La valvola, nella sua espressione più semplice, è rappresentata da un triodo, che comprende tre elettrodi fondamentali: il catodo, la griglia e la placca; il quarto elettrodo, cioè il filamento, non viene nor-

malmente computato agli effetti della denominazione del triodo, perchè esso funge soltanto da elemento produttore di calore.

Al catodo è affidato il compito di emettere elettroni; la griglia rappresenta l'elemento di ingresso del segnale che si vuole amplificare; la placca costituisce l'elemento di uscita della valvola, quello dal quale si prelevano i segnali amplificati che sono stati applicati alla griglia controllo.

Il transistor, che può rappresentare l'elemento pilota di uno stadio amplificatore, può essere in qualche modo paragonato alla valvola a tre elettrodi, perchè anch'esso si compone di tre elementi, che prendono il nome di emittore, base e collettore.

In figura 15 è rappresentata la corrispondenza elettronica fra una valvola triodo e un transistor. Nel transistor il catodo prende il nome di emittore, la griglia prende il nome di base, mentre la placca assume la denominazione di collettore.

Prendendo le mosse da una normale cuffia telefonica, è possibile interpretare, sul terreno della pratica, il concetto di amplificazione. Per realizzare tale esperimento occorre smontare, con la massima attenzione, una cuffia telefonica, collegandone i due padiglioni in parallelo tra di loro, attraverso un cavo schermato, della lunghezza di una decina di metri. In questo modo si realizza un rudimentale telefono, perchè ciascuno dei due auricolari funge contemporaneamente da microfono e da altoparlante. L'amplificazione del segnale ottenuta con tale esperimento è assai debole, ma riflette, in pratica, l'intero principio del fenomeno di amplificazione elettronica. Naturalmente, per la realizzazione di questo elementare telefono, occorre sostituire il cavetto originale della cuffia con un cavo schermato, provvedendo alla formazione di due occhielli alle due estremità del cavo stesso, così come illustrato in figura 16.

Per aumentare la potenza dei segnali sul trasduttore acustico che funge da altoparlante, occorre inserire, lungo la linea di collegamento, un apparato amplificatore vero e proprio, così come schematizzato in figura 17. Questo amplificatore può essere a valvola o a transistor, perchè in entrambi i casi esso trasforma l'energia di un alimentatore qualsiasi in un aumento di segnale.

Amplificatore a valvola

L'amplificatore a valvola, necessario per aumentare l'entità del segnale ascoltato attraverso uno dei due auricolari della cuffia telefonica, è rappresentato in figura 18.

I segnali provenienti da uno dei due elementi della cuffia telefonica vengono applicati, tramite il condensatore C1, alla griglia controllo della valvola V1, cioè all'elettrodo di entrata. Il condensatore C1, chiamato condensatore di accoppiamento, permette il passaggio delle sole componenti alternate del segnale, mentre arresta la componente continua, che non potrebbe dar luogo ad alcun fenomeno di amplificazione internamente alla valvola V1.

La resistenza R1, collegata fra la griglia controllo e il catodo della valvola, permette di eliminare, convogliandoli a massa, quegli elettroni che, durante il percorso catodo-placca, potrebbero venir catturati dalla griglia impedendo il regolare funzionamento della valvola. Il valore di questa resistenza è molto elevato, con lo scopo di impedire una fuga verso massa dei segnali provenienti dal microfono e applicati alla griglia.

I segnali amplificati vengono prelevati dalla placca della valvola V1 sulla quale, con un collegamento in serie, è applicato il secondo auricolare della cuffia. Questo auricolare assolve a due compiti: quello di trasformare i segnali amplificati in voci e suoni e quello di costituire un elemento di carico anodico della valvola V1; infatti, uno dei due terminali uscenti dall'auricolare è collegato all'alimentatore del circuito.

L'alimentatore è composto da un trasformatore di alimentazione (T1), che riduce la tensione di rete ai valori di 120

Fig. 24

volt e 6,3 volt; il primo di questi viene utilizzato per l'alimentazione del circuito anodico, mentre il secondo serve per mantenere acceso il filamento della valvola V1.

La tensione ridotta di 120 volt è di tipo alternato, mentre per l'alimentazione anodica della valvola si rende necessaria la tensione continua. Occorre quindi provvedere alla trasformazione della tensione alternata in tensione continua. Il raddrizzatore RS1, che è di tipo al selenio, trasforma la corrente alternata in corrente pulsante, perchè attraverso questo passano soltanto le semionde di uno stesso nome della corrente alternata.

L'amplificatore, necessario per rinforzare il segnale acustico del rudimentale telefono illustrato in fig. 21, può essere pilotato da un transistor, secondo lo schema qui sopra riportato.

L'amplificatore a transistor, del quale il disegno qui sotto riportato raffigura il piano di cablaggio, deve essere montato in un contenitore di materiale isolante.

COMPONENTI

TR = OC70 - OC71 - AC127 - OC75
R1 = 87.000 ohm - 1/4 di watt
C1 = 10 μF - 6 Vl (elettrolitico)
S1 = interruttore
PILA = 4,5 volt

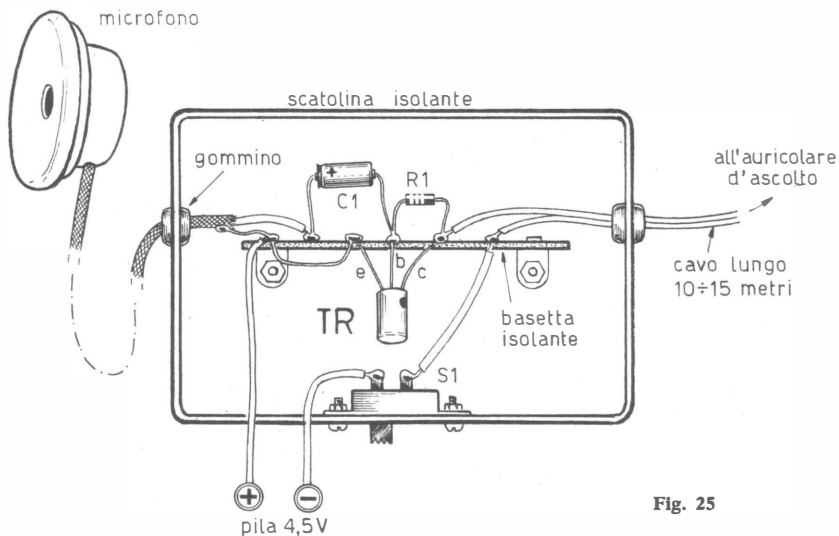



Fig. 25

La cellula di filtro, composta dai due condensatori elettrolitici C2-C3 e dalla resistenza R3, provvede a trasformare la corrente pulsante in corrente continua.

Amplificatore a transistor

L'amplificatore a valvola, precedentemente descritto, può essere sostituito con un circuito amplificatore pilotato da un transistor, da interporsi sul collegamento fra i due auricolari della cuffia telefonica. Il principio di funzionamento di questo secondo tipo di amplificatore può essere facilmente compreso analizzando il circuito teorico di figura 20.

Anche in questo caso i segnali provenienti dall'auricolare in funzione di microfono vengono applicati all'entrata dell'elemento amplificatore, cioè alla base del transistor TR, tramite il condensatore di accoppiamento C1. La resistenza R1, collegata fra il circuito di collettore e quello di base, serve a mantenere polarizzata la base stessa alla esatta tensione di polarizzazione.

L'uscita del circuito è rappresentata dal collettore del transistor che, nel caso della valvola elettronica, corrisponde alla placca. Sul collettore del transistor TR sono presenti i segnali amplificati che, attraversando il secondo auricolare della cuffia telefonica, si trasformano in voci e suoni.

Anche in questo secondo tipo di amplificatore, il secondo auricolare della cuffia telefonica funge da elemento trasduttore e da elemento di carico di collettore, contemporaneamente.

La semplicità di questo secondo tipo di amplificatore è ottenuta in virtù del circuito di alimentazione, che è rappresentato da un'unica pila da 4,5 volt. L'interruttore S1 permette di chiudere ed aprire il circuito di alimentazione dell'amplificatore.

RETTIFICAZIONE

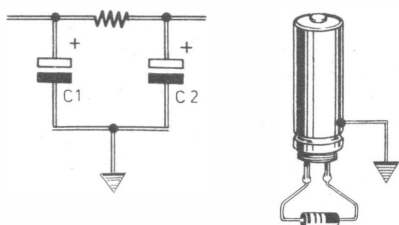
FILTRO DI LIVELLAMENTO

L'alta tensione, così come essa si presenta all'uscita del circuito raddrizzatore, che può essere pilotato da una valvola raddrizzatrice o da un diodo, non può essere direttamente sfruttata per alimentare i circuiti anodici dell'apparecchio radio. Perchè? Semplicemente perchè essa non è una corrente continua, mentre gli anodi e le griglie delle valvole abbisognano, per funzionare, di una corrente perfettamente continua.

La tensione presente sul catodo della valvola raddrizzatrice, sul raddrizzatore al selenio o sul terminale positivo del diodo al silicio non è una tensione perfettamente continua, ma è soltanto una tensione pulsante, che è in grado di generare una corrente unidirezionale pulsante. Occorre dunque trasformare questa tensione in altra perfettamente continua perchè, come è stato detto, i circuiti anodici delle valvole debbono essere alimentati con tensioni continue e non con tensioni variabili. E come può essere raggiunto tale risultato? Semplicemente facendo in modo che la corrente unidirezionale pulsante attraversi, prima di essere utilizzata, uno speciale circuito, che prende il nome di « cellula di filtro » oppure « cellula di livellamento ».

La cellula di filtro viene montata a valle del catodo della valvola raddrizzatrice, del raddrizzatore al selenio o del diodo al silicio. Essa può essere composta in modi diversi, a seconda del tipo di circuito radioelettrico che essa deve alimentare; tuttavia, la cellula di livellamento si presenta principalmente in due forme diverse: può essere composta da due condensatori elettrolitici e da una resistenza di elevato wattaggio, oppure da due condensatori elettrolitici e da una impedenza di bassa frequenza che, in pratica, ha tutto l'aspetto di un trasformatore. In entrambi questi casi, si dice che la cellula di livellamento è di tipo a « p greca ».

I due condensatori elettrolitici, che compongono la cellula di filtro, non hanno mai un valore capacitivo inferiore agli 8 µF; il valore di questi condensatori può anche essere di 16-32 µF, ed anche più. Il primo condensatore elettrolitico, collegato all'uscita del circuito raddrizzatore, prende il nome di « condensatore a monte », il secondo condensatore, collegato all'uscita della cellula di filtro, prende il nome di « condensatore a valle ».

Da quanto fin qui detto, si può riassumere dicendo che il circuito alimentatore, di tipo più completo, di un ricevitore radio, si compone di un trasformatore, di un circuito raddrizzatore e di un filtro di livellamento. Il trasformatore di alimentazione presenta un avvolgimento primario adatto per tutte le tensioni di rete, un avvolgimento secondario per l'alta tensione, un avvolgimento secondario per l'alimentazione dei filamenti delle valvole a 6,3 volt, ed eventualmente di un avvolgimento secondario per l'alimentazione del filamento della valvola raddrizzatrice a 5 volt. Nel circuito dell'avvolgimento

Il tipo di cellula di filtro più comune è quello a « p greca », della quale, a sinistra, è rappresentato il circuito teorico e, a destra, quello pratico. Molto spesso i due condensatori elettrolitici sono incorporati in un unico componente.

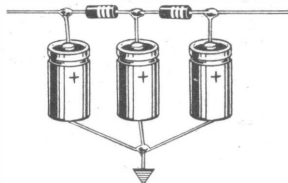
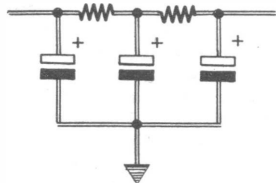
primario sono compresi: il cambiotensione, l'interruttore di accensione e il cordone di alimentazione provvisto di spina.

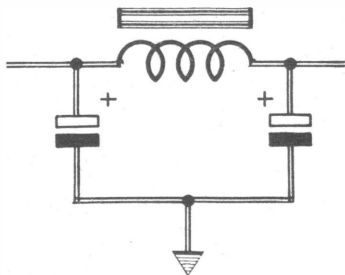
Teoria del livellamento

Per comprendere il funzionamento della cellula di filtro occorre risalire alla teoria sul condensatore.

Il condensatore è un componente elettronico che non si lascia attraversare dalla corrente continua, mentre permette in una certa misura, dipendente dalla tensione, dalla capacità del condensatore e dalla frequenza della corrente, il passaggio della corrente alternata. Ogni condensatore, di qualunque tipo esso sia, è composto di due armature (nei condensatori variabili le armature sono in numero superiore a due), separate tra loro da un dielettrico, che può essere l'aria, la mica, la carta paraffinata, ecc.

Quando si collega una pila, ad esempio da 4,5 volt, sui terminali di un condensatore, dai morsetti della pila esce una corrente elettrica per tutto il tempo in cui le cariche positive e quelle negative si condensano sulle armature del condensatore stesso. Questa corrente, cioè questo afflusso di cariche elettriche sulle armature del condensatore, perdura finchè fra le armature del componente si raggiunge la tensione di 4,5 volt, cioè la stessa esistente fra i morsetti della pila. Ciò sta a dimostrare che la corrente continua non scorre nei conduttori collegati al condensatore, quando la tensione del generatore (pila) è uguale a quella esistente fra le armature del componente. La corrente variabile invece passa, quando ovviamente sui termi-

Esempio di cellula di filtro composto di cinque elementi, cioè due resistenze e tre condensatori elettrolitici. A sinistra è rappresentato il circuito teorico, a destra quello pratico. Gli involucri metallici esterni dei condensatori elettrolitici rappresentano i terminali di massa.

nali del condensatore viene applicata una tensione variabile. Ciò potrebbe facilmente essere constatato inserendo un amperometro in uno dei due conduttori dell'esempio prima citato; l'indice dello strumento, infatti, devierebbe fino al momento dell'uguaglianza delle tensioni fra pila e condensatore. Invertendo i morsetti della pila l'indice dello strumento subirebbe un'ulteriore deviazione e la deviazione dello strumento continuerebbe a conservarsi purchè si continuasse ad invertire il collegamento frequenza, per andare a caricare anche il condensatore a valle. In questo modo i due condensatori elettrolitici si comportano come due serbatoi di corrente sempre pronti a fornire corrente all'uscita del filtro quando quella fornita dal raddrizzatore sta diminuendo oppure è nulla. Si è interpretato così, sia pure grossolanamente, il funzionamento della cellula di filtro, che provvede ad erogare una corrente continua ai circuiti anodici degli apparati radioelettrici.

Un tipo di cellula di filtro molto importante è quello in cui la resistenza è sostituita con una impedenza di bassa frequenza, che ha l'aspetto e le dimensioni di un trasformatore d'uscita.

Nella cellula di filtro, chiamata anche cellula di livellamento, entra la corrente unidirezionale pulsante ed esce la corrente continua. Quest'ultima è rappresentata da un tratto rettilineo.

fra il condensatore e la pila. Ma l'inversione del collegamento della pila significa che sui terminali del condensatore si applica una tensione alternata, la quale produce una corrente alternata che può scorrere liberamente attraverso il condensatore.

Ritornando al concetto della cellula di filtro si può osservare che la corrente ad essa applicata è di tipo variabile, perchè pulsante; questa corrente carica il condensatore a monte del filtro e soltanto dopo averlo caricato può scorrere attraverso la resistenza o l'impedenza di bassa

I guasti che possono verificarsi nella cellula di filtro sono tra i più comuni. Quando uno dei due condensatori viene a mancare, nell'altoparlante si ode un forte ronzio; quando uno di questi due condensatori va in cortocircuito, allora viene a mancare l'intera alimentazione anodica e la valvola raddrizzatrice o il raddrizzatore possono andare rapidamente fuori uso.

Se la capacità dei due condensatori elettrolitici fosse insufficiente, l'andamento della tensione risulterebbe ondulatorio e cioè, in pratica, darebbe luogo ad un ronzio più o meno accentuato. Anche la resistenza, collegata tra i due condensatori elettrolitici, produce una azione filtrante, che diviene maggiore quando essa è sostituita con l'impedenza di bassa frequenza; ciò avviene perchè l'impedenza di filtro si oppone alle brusche variazioni di corrente, in modo che la corrente stessa tende a rimanere costante.

Assai spesso la tensione di alimentazione della placca della valvola amplificatrice finale di un ricevitore radio viene prelevata a monte della cellula di filtro. In questo punto della cellula la tensione non è perfettamente livellata e presenta delle « ondulazioni » sensibili, non sufficienti peraltro a provocare ronzio nell'altoparlante. Se si alimentasse, però, anche la griglia schermo della valvola finale con tale sistema di collegamento, l'ascolto risulterebbe impossibile a causa del ronzio che accompagnerebbe le voci e i suoni.

Quindi soltanto la placca della valvola amplificatrice finale può essere alimentata collegandola direttamente a monte della cellula di filtro, cioè sul piedino rappresentativo del catodo della valvola raddrizzatrice o a valle dei raddrizzatori al selenio o al silicio.

Con tale sistema si dispone di una tensione di placca superiore a quella che si avrebbe prelevandola a valle della cellula di filtro, e ciò offre il vantaggio di una maggiore potenza di uscita nei ricevitori radio. Questo sistema di alimentazione, tuttavia, richiede un maggiore dimensionamento del filtro di livellamento, cioè i condensatori elettrolitici del filtro debbono avere un valore capacitivo superiore ed anche la resistenza deve avere un valore ohmmico superiore.

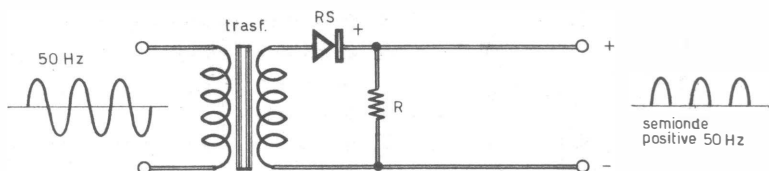
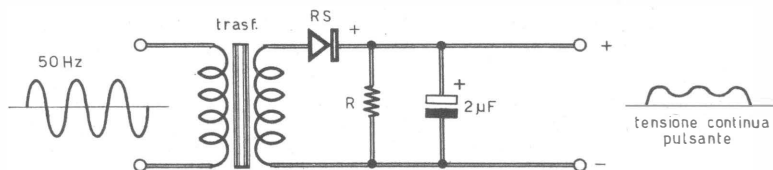
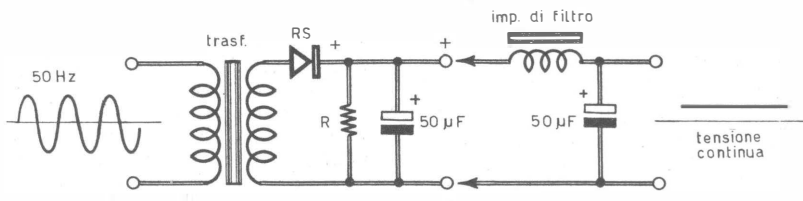
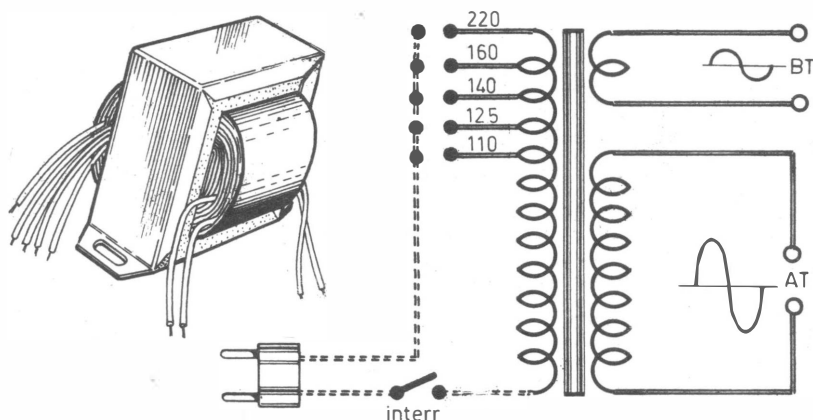
Trasformazione di tensione

In tutti i ricevitori radio, a valvole e a transistor, che funzionano con la tensione prelevata dalla rete-luce, è presente un particolare circuito, che prende il nome di « circuito alimentatore ». Esso provvede a trasformare la tensione di rete in altre tensioni di tipo e valore diverso, a seconda delle... pretese dell'apparecchio radio. Fra queste trasformazioni, tuttavia, ve n'è una che è la più importante di tutte: la trasformazione della tensione alternata in tensione continua o, il che è lo stesso, la trasformazione della corrente alternata in corrente continua.

A questo particolare processo di trasformazione provvedono alcuni componenti, il più importante dei quali è la valvola raddrizzatrice monoplacca o biplacca, oppure il raddrizzatore al selenio o al silicio.

La valvola raddrizzatrice e il raddrizzatore al selenio o al silicio non trasformano la corrente alternata in corrente continua, ma la raddrizzano soltanto, cioè trasformano la corrente alternata in una corrente unidirezionale di tipo pulsante. La successiva trasformazione di questa corrente in quella perfettamente continua viene ottenuta per mezzo di un ulteriore circuito, che prende il nome di cellula di filtro.

Dunque, volendo riassumere questi concetti, occorre dire che il trasformatore eleva o abbassa la tensione di rete in altre tensioni di valore diverso, a seconda del tipo di ricevitore radio che si vuol alimentare; la valvola o il raddrizzatore trasformano la corrente alternata in una corrente unidirezionale pulsante; la cellula di filtro trasforma la corrente pulsante in corrente continua. Gli elementi quindi che concorrono a detta trasformazione sono in numero di tre:

1. - Trasformatore
2. - Valvola (o raddrizzatore)
3. - Cellula di filtro

La tensione alternata, alla frequenza di 50 Hz, viene applicata all'avvolgimento primario del trasformatore. A valle del raddrizzatore RS, se il carico è puramente resistivo (R), sono presenti le sole semionde positive, con lo stesso valore di frequenza.

La tensione a valle del raddrizzatore (RS) diviene pulsante quando in parallelo al carico (R) si applica un condensatore elettrolitico di elevata capacità. La tensione è unidirezionale ma non perfettamente continua.

L'alimentazione di quasi tutti gli apparati radioelettrici deve essere fatta per mezzo della tensione continua. Questa è ottenuta aggiungendo un'impedenza di filtro e un secondo condensatore elettrolitico di elevata capacità, in modo da comporre una cellula di filtro di tipo a « p greca ».

I trasformatori di alimentazione, montati nelle apparecchiature radioelettriche, sono generalmente dotati di un avvolgimento primario di tipo universale, cioè adatto a tutte le tensioni di rete. Gli avvolgimenti secondari sono di norma in numero di due: quello a bassa tensione e quello ad alta tensione.

Trasformatore d'alimentazione

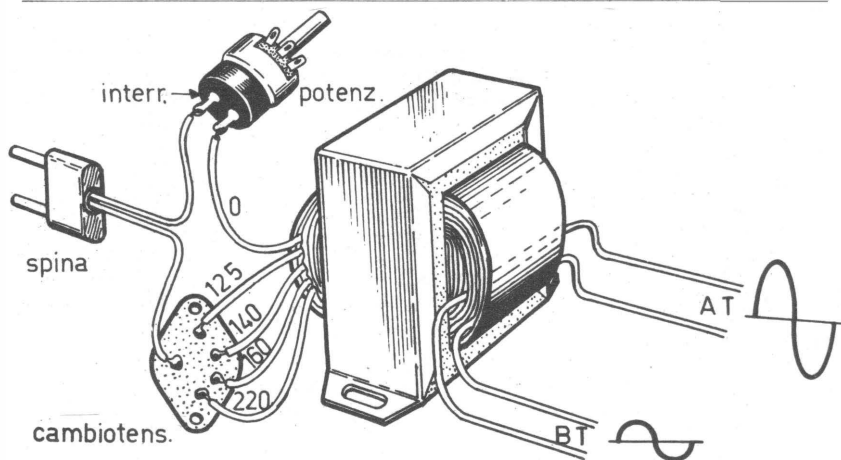
Il trasformatore d'alimentazione è un componente sempre presente in tutti i ricevitori radio di classe. Nei ricevitori radio di tipo economico, invece, il trasformatore di alimentazione viene sostituito con un componente molto simile, che prende il nome di « autotrasformatore ».

Il trasformatore è composto da un certo numero di avvolgimenti di filo di rame smaltato, di diametro diverso, attorno ad un supporto, che può essere di cartone o di plastica e che prende il nome di « cartoccio ».

Il cartoccio viene inserito nel « nucleo », che è costituito da un insieme di lamine ferromagnetiche, che prende il nome di « pacco lamellare ».

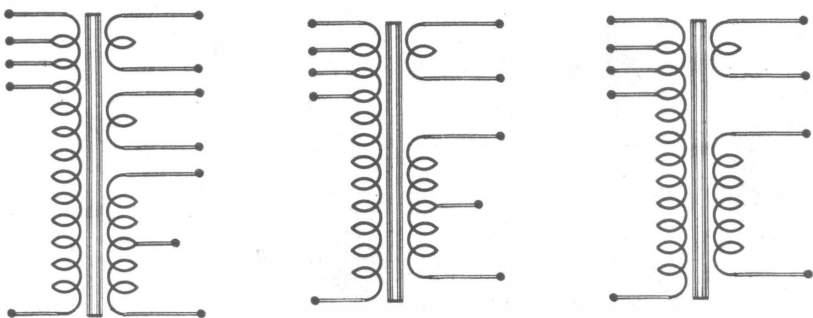
Ma tutto ciò appartiene alla conformazione pratica del componente, cioè alla sua reale costruzione e non alle funzioni specifiche che sono poi quelle che maggiormente interessano l'allievo di radiotecnica.

E' assai raro, infatti, che il dilettante o il professionista provvedano da sè per la costruzione completa o per il riavvolgimento di un trasformatore di alimentazione interrotto o bruciato, perchè in questi casi si ricorre sempre al laboratorio elettrotecnico, specializzato in questo particolare tipo di lavoro di avvolgimento o riavvolgimento dei trasformatori. Passiamo dunque all'esame delle varie funzioni del componente ed all'analisi particolareggiata del suo circuito.

Il trasformatore di alimentazione nella sua espressione più semplice è composto di un avvolgimento primario e di due avvolgimenti secondari. L'avvolgimento primario è quello che va collegato alla presa

Questo disegno vuol rappresentare il montaggio, in pratica, degli elementi che compongono il circuito dell'avvolgimento primario del trasformatore di alimentazione presentato alla pagina precedente. Si noti la presenza del cambiotensione e dell'interruttore.

di rete, mentre gli avvolgimenti secondari sono quelli che servono per alimentare il circuito anodico (AT) e il circuito di accensione delle valvole, cioè dei loro filamenti (BT); il trasformatore di alimentazione, quello di tipo migliore, più completo, è dotato di un avvolgimento primario e di tre avvolgimenti secondari. Qualunque sia il tipo di trasformatore di alimentazione, l'avvolgimento primario risulta sempre elettricamente isolato dagli avvolgimenti secondari. Ciò significa che, con l'uso del trasformatore di alimentazione, tutti i circuiti dell'apparecchio radio vengono isolati dalla rete-luce. Questo è uno dei primi vantaggi del trasformatore di alimentazione.

Avvolgimento primario

L'avvolgimento primario di ogni trasformatore di alimentazione è generalmente dotato di un certo numero di terminali. Due di questi terminali rappresentano le due estremità dell'intero avvolgimento primario; gli altri terminali rappresentano le prese intermedie dell'avvolgimento, quelle che permettono di collegare il trasformatore alle diverse tensioni di rete. Quando si collega l'avvolgimento primario di un trasformatore di alimentazione, uno dei due terminali estremi dell'avvolgimento, quello rappresentativo della tensione 0 volt, va collegato ad uno dei terminali dell'interruttore di accensione, generalmente incorporato nel potenziometro che regola il volume sonoro del ricevitore radio; gli altri terminali devono essere collegati ai terminali, corrispondenti alle varie tensioni, del cambiotensione. I due conduttori di rete vanno collegati ad uno dei

Questi simboli elettrici si riferiscono ai tipi più comuni di trasformatori montati negli apparati radioelettrici. Gli avvolgimenti primari sono sempre gli stessi; cambiano numericamente e costruttivamente soltanto gli avvolgimenti secondari.

terminali dell'interruttore e al terminale più distanziato del cambiotensione.

Avvolgimenti secondari

Nei migliori tipi di trasformatori di alimentazione per ricevitori radio, gli avvolgimenti secondari sono in numero di tre. Vi è un avvolgimento secondario ad alta tensione, che serve per l'alimentazione anodica dell'apparecchio radio, e vi sono due avvolgimenti secondari di bassa tensione, che servono per l'accensione dei filamenti delle valvole. Nell'avvolgimento secondario ad alta tensione, la tensione di rete viene elevata a valori che sono compresi fra i 250 e i 350 volt; questa tensione elevata viene applicata direttamente al circuito raddrizzatore e, successivamente, alla cellula di filtro, per essere trasformata in una tensione continua. Questa tensione viene poi applicata alle placche e alle griglie schermo delle valvole.

Si è detto che gli avvolgimenti secondari a bassa tensione sono in numero di due. Vi è infatti un avvolgimento a 6,3 volt, che serve per l'accensione dei filamenti delle valvole in corrente alternata; vi è ancora un avvolgimento secondario a 5,3 volt, che serve per l'accensione della sola valvola raddrizzatrice montata nel circuito di raddrizzamento dell'alta tensione.

Gli avvolgimenti secondari a bassa tensione si riducono ad uno soltanto quando anche la valvola raddrizzatrice richiede una tensione di accensione del filamento pari a quella delle altre valvole dell'apparecchio radio.

Autotrasformatore

L'autotrasformatore è un trasformatore in cui non esiste un avvolgimento primario ed un avvolgimento secondario. Vi è un solo avvolgimento, che funge da avvolgimento primario e da avvolgimento secondario nello stesso tempo. Questo avvolgimento è dotato di due terminali estremi e di alcuni terminali facenti capo a prese intermedie dell'avvolgimento. Le tensioni aumentate o ridotte rispetto a quelle della rete-luce, vengono prelevate fra un terminale estremo dell'avvolgimento e i terminali intermedi. Vi sono peraltro autotrasformatori che posseggono un avvolgimento secondario vero e proprio, a 6,3 volt, al quale vengono collegati i filamenti delle valvole, compreso quello della valvola

raddrizzatrice. Non sempre nei ricevitori radio esiste il trasformatore o l'autotrasformatore di alimentazione. Vi sono piccoli apparecchi radio a 4 e a 5 valvole, di minime dimensioni, completamente sprovvisti di trasformatore di alimentazione. In questi apparecchi i filamenti delle valvole sono collegati uno dopo l'altro tra di loro, in serie, e fanno capo alla rete-luce direttamente, oppure tramite una resistenza di adatto valore che provoca la necessaria caduta della tensione, atta a garantire una regolare accensione dei filamenti senza il pericolo di bruciare la valvola. In questi tipi di ricevitori la tensione anodica si identifica con la tensione di rete e pertanto vengono usate particolari valvole, adatte a funzionare con una tensione relativamente bassa.

Simbolo elettrico di un autotrasformatore, normalmente montato sugli apparecchi radio di tipo economico.

Taluni tipi di autotrasformatori sono dotati di un avvolgimento secondario, di bassa tensione, utilizzabile per l'alimentazione del circuito di accensione dei filamenti delle valvole.

Raddrizzamento con diodo

Abbiamo già detto che l'elemento raddrizzatore della corrente alternata può essere un diodo (valvola monoplacca), un doppio diodo (valvola biplacca), oppure un raddrizzatore al selenio o al silicio. Analizziamo per primo il funzionamento della valvola diodo (monoplacca).

Il filamento della vavola monoplacca raddrizzatrice di corrente viene collegato all'avvolgimento secondario BT del trasformatore d'uscita.

Uno dei due terminali dell'avvolgimento secondario AT del trasformatore di alimentazione viene collegato alla placca (anodo) della valvola raddrizzatrice; l'altro terminale dell'avvolgimento secondario AT viene collegato a massa. La corrente raddrizzata viene prelevata dal catodo della valvola raddrizzatrice, che rappresenta l'uscita del circuito raddrizzatore. Questa uscita viene collegata poi al circuito livellatore e, successivamente, all'intero circuito anodico dell'apparecchio radio.

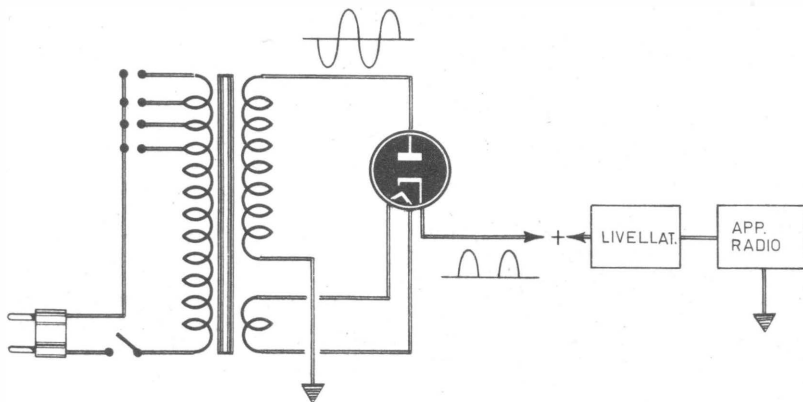
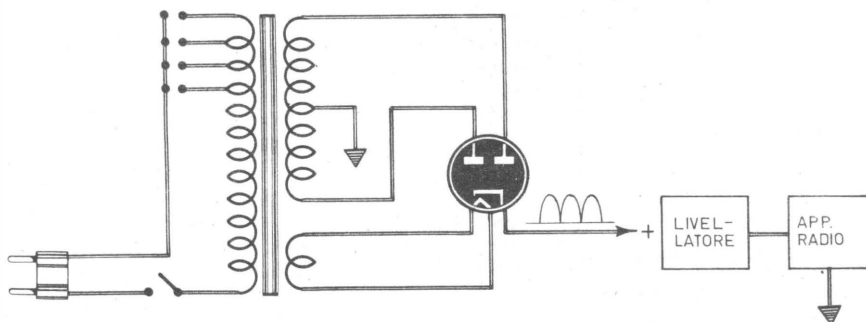
Come avviene questo raddrizzamento della corrente internamente alla valvola? Il diodo, come si sa, permette il flusso della corrente di elettroni tra catodo e placca soltanto quando la placca è positiva rispetto al catodo, cioè quando sul ter-

minale dell'avvolgimento secondario AT del trasformatore d'uscita, che è collegato alla placca, è presente l'alternanza positiva della tensione alternata (in questo caso sul terminale collegato a massa è presente l'alternanza negativa della tensione). In queste condizioni il diodo diviene conduttore e sul catodo è presente la tensione positiva. Quando invece sull'anodo è presente l'alternanza negativa, il catodo risulta positivo rispetto all'anodo e la valvola non conduce, ossia non permette il passaggio della corrente. Ecco spiegato il motivo per cui dal catodo escono le alternanze positive separate tra loro da un intervallo in cui manca ogni presenza di tensione.

Raddrizzamento con doppio diodo

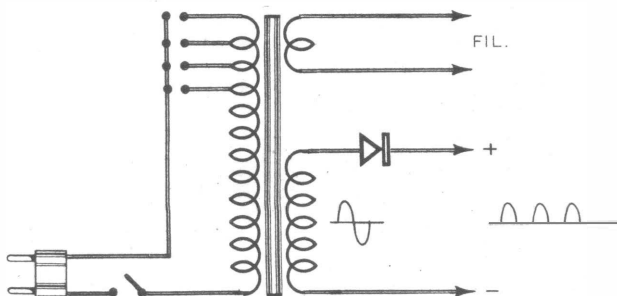
Il sistema più completo di raddrizzamento della tensione alternata si ottiene con la valvola biplacca (doppio diodo). In questo caso l'avvolgimento secondario AT del trasformatore d'alimentazione è munito di una presa centrale, che va collegata a massa; i due terminali estremi di questo avvolgimento vanno collegati alle due placche della valvola. La tensione raddrizzata è prelevata dal catodo e da questo inviata al circuito di livellamento e, successivamente, al circuito anodico dell'apparecchio radio. L'avvolgimento secondario BT del trasformatore di alimentazione viene collegato al filamento della valvola raddrizzatrice. Con questo sistema la valvola raddrizzatrice funziona ad ogni alternanza della tensione presente sull'avvolgimento secondario AT del trasformatore di alimentazione. Infatti, quando in una delle due placche è presente l'alternanza negativa, nell'altra è presente l'alternanza positiva: la prima non conduce, la seconda conduce.

Questa stessa osservazione si estende al caso in cui le alternanze della tensione si invertono. Dunque, con la valvola rad-

Schema elettrico di un circuito raddrizzatore, a valvola, del tipo a semionda. La valvola raddrizzatrice è munita di una sola placca; dal catodo escono soltanto le semionde positive della corrente alternata erogata dall'avvolgimento secondario del trasformatore.

Le valvole raddrizzatrici munite di due placche permettono il raddrizzamento di entrambe le semionde della tensione alternata presente sui terminali dell'avvolgimento secondario AT del trasformatore di alimentazione. Questo sistema prende il nome di raddrizzamento ad onda intera. Si noti che il punto centrale dell'avvolgimento secondario AT è collegato a massa.

drizzatrice biplacca dal catodo si può sempre assorbire corrente pulsante unidirezionale. Ecco spiegato il motivo per cui le alternanze positive uscenti dal catodo sono unite tra di loro. In pratica, con il doppio diodo, si ottiene, in uscita, una corrente che è doppia di quella ottenibile con un diodo semplice dello stesso tipo. Inoltre, dato che la forma della tensione raddrizzata è più regolare nel secondo caso, rispetto al primo, con il doppio diodo si ottiene una corrente pulsante più facilmente livellabile con il circuito di filtro.

Raddrizzatore al selenio

Il raddrizzatore al selenio è un componente elettronico, semiconduttore, il cui funzionamento nel circuito di raddrizzamento della corrente nei ricevitori radio è simile a quello della valvola monoplacca. Esso si differenzia dalla valvola, sotto l'aspetto del sistema di cablaggio, per il fatto di non essere dotato di circuito di accensione (filamento). Rispetto alla valvola il raddrizzatore al selenio presenta il vantaggio di un minor ingombro, di una lunga durata di funzionamento e basso costo. Tuttavia, il raddrizzatore al selenio è soggetto ad alcuni inconvenienti, tra i quali è da citarsi il rapido deterioramento del componente, se esso vien fatto funzionare ad una temperatura superiore ad un centinaio di gradi centigradi e con una corrente molto intensa, dovuta, ad esempio, ad un cortocircuito occasionale nel circuito dell'apparecchio radio. Nei tipi più comuni di raddrizzatori al selenio, la caduta di tensione, nel passaggio attraverso il componente, è di 5-10 volt; l'intensità di corrente, che questi raddrizzatori possono fornire, si aggira fra i 50 e i 500 mA. Generalmente, occorre applicare, in serie al raddrizzatore, dalla parte dell'anodo, una resistenza protettiva e limitatrice del valore di 5-20 ohm, in grado di dissipare una potenza di qualche watt, con lo scopo di proteggere il raddrizzatore da eventuali cortocircuiti a valle del suo catodo. Per riconoscere in pratica l'anodo o il catodo di un raddrizzatore al selenio, occorre consi-

Schema teorico di un circuito alimentatore con raddrizzatore al selenio di tipo semionda. Il raddrizzatore sostituisce la valvola raddrizzatrice monoplacca. A valle della tensione alternata sono presenti soltanto le semionde positive della tensione alternata presenti sui terminali dell'avvolgimento secondario ad alta tensione.

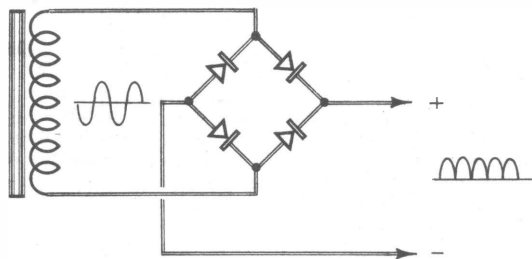
derare i segni colorati o i segni grafici stampigliati sul corpo del componente: l'anodo, cioè la parte da collegare all'avvolgimento secondario AT del trasformatore di alimentazione, è in genere indicato con una macchiolina o con il segno caratteristico della tensione alternata, mentre il catodo è indicato con il segno + o con un punto rosso.

Per ottenere il raddrizzamento della corrente analogo a quello ottenuto con la valvola biplacca, occorre utilizzare un raddrizzatore al selenio a doppia semionda.

Il raddrizzatore al selenio è costituito da una pellicola al selenio depositata su una superficie metallica, ad esempio, di ferro. Il funzionamento si basa sul principio che il contatto ossido-metallo offre resistenza bassa alle correnti fluenti in un senso e resistenza alta a quelle fluenti in senso inverso. L'azione di rettificazione è molto stabile, ed il lungo impiego ha solo l'effetto di aumentare leggermente la resistenza nel senso della conduzione durante le prime diecimila ore.

La corrente rettificata da un raddrizzatore al selenio dipende dalla estensione delle piastre metalliche, mentre la tensione è legata al numero delle piastre che vengono collegate in serie fra loro sino ad ottenere il valore desiderato.

Nella moderna radiotecnica si tende og-

Con il sistema del raddrizzatore a ponte è possibile ottenere una completa rettificazione della corrente alternata. Il raddrizzatore a ponte sostituisce la valvola raddrizzatrice biplacca.

gi a sostituire i raddrizzatori al selenio con quelli al silicio, che sono dei diodi fabbricati esclusivamente per « giunzione » di due materiali semiconduttori con caratteristiche P e N. I pregi dei raddrizzatori al silicio sono i seguenti: attitudine a funzionare regolarmente a bassa temperatura, pur potendo sopportare senza danno sovraccarichi e riscaldamenti notevoli; impedenza uniforme anche alle frequenze più elevate; ingombro ridottissimo in rapporto alla potenza e alla resistenza inversa molto elevata.

Per ottenere il raddrizzamento semionda, lo schema di principio è sempre quello valido per i raddrizzatori semionda al selenio. Per ottenere invece il raddrizzamento ad onda intera, occorrono quattro diodi collegati con lo stesso sistema del raddrizzatore al selenio di tipo a ponte.

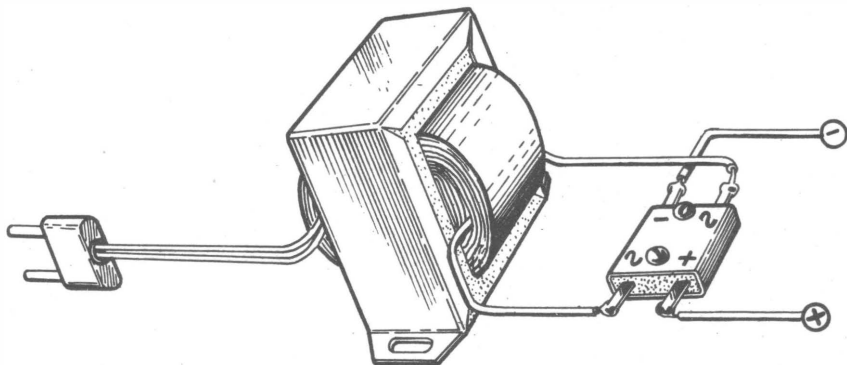
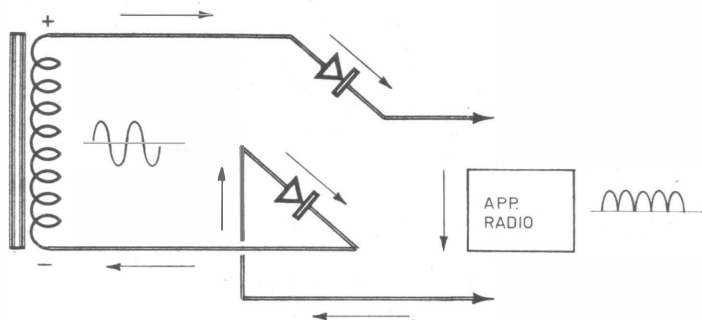
Rivelazione

Anche il processo di rivelazione dei segnali radio costituisce un argomento particolare dello stesso tema: quello della rettificazione delle correnti elettriche.

Per rivelazione si intende, in radiotecnica, la separazione fra i segnali di alta frequenza e quelli di bassa frequenza.

Come è noto, in tutte le stazioni radiotrasmittenti viene compiuto il processo inverso di quello della rivelazione, cioè il processo di modulazione, che consiste nel mescolare i segnali di alta frequenza, prodotti da un apparato oscillatore, con quelli di bassa frequenza normalmente generati da un trasduttore acustico, come possono esserlo, ad esempio, il microfono e il pick-up.

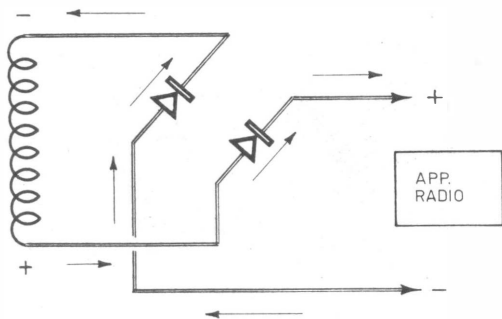
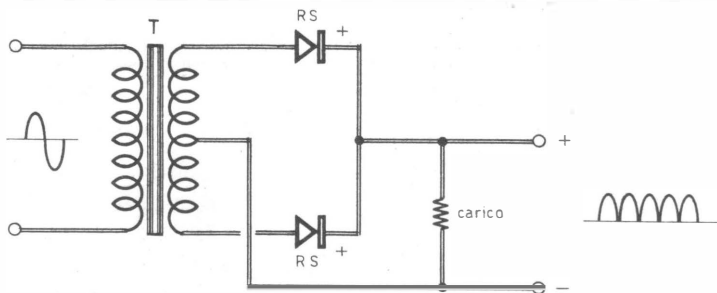
I segnali radio di alta frequenza, gene-

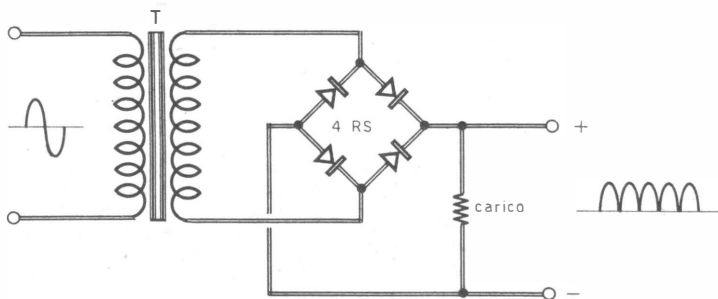
Schema pratico di un circuito alimentatore con raddrizzatore al selenio di tipo ad onda intera. Sul componente, che è munito di quattro terminali, sono riportati i simboli della corrente alternata e della corrente continua. I conduttori della corrente ad alta tensione, uscenti dal trasformatore, risultano collegati con quei terminali del raddrizzatore che si trovano in corrispondenza dei simboli della corrente alternata.

Così funziona, durante un'alternanza del raddrizzatore di tipo a ponte, una parte del componente. Due bracci del collegamento risultano conduttori di corrente rettificata, mentre gli altri due rimangono inattivi.

rati dalla stazione trasmittente, servono soltanto come elementi trasportatori delle voci e dei suoni, che sono invece rappresentati dai segnali di bassa frequenza.

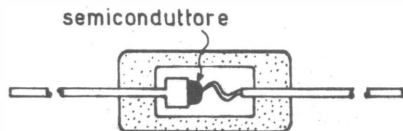
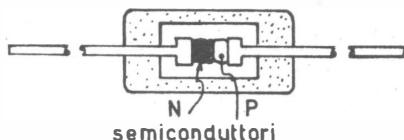
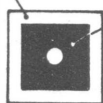
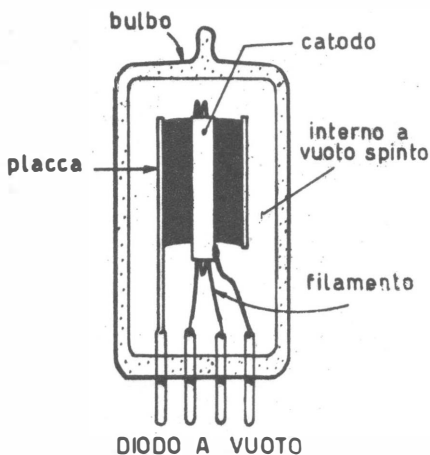
Nei circuiti di ogni apparecchio radio viene realizzato il processo inverso a quello di modulazione, cioè il processo di rivelazione, che consiste nel separare tra loro i due segnali. I segnali di alta frequenza vengono completamente eliminati, mentre quelli di bassa frequenza raggiungono l'altoparlante.

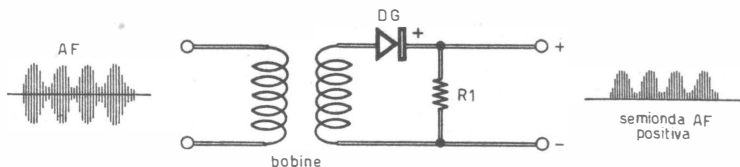
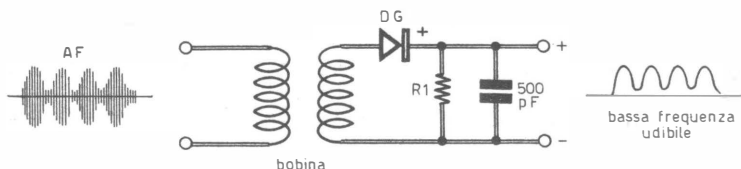
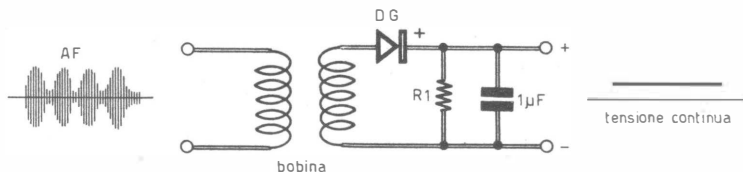
Il processo di rivelazione consiste in un primo tempo nella rettificazione dei segnali captati dall'antenna dell'apparecchio radio; questa rettificazione consiste nell'eliminazione di tutte le semionde di uno stesso nome dei segnali che hanno raggiunto il circuito di sintonia del ricevitore radio.

Normalmente il circuito di rivelazione di un apparecchio radio è pilotato da un diodo di germanio oppure da un diodo contenuto dentro una valvola elettronica multipla; di solito si tratta di un triodo e un doppio diodo uniti insieme; il triodo funge da elemento preamplificatore dei segnali di bassa frequenza; uno dei due diodi serve a pilotare il circuito di rivelazione, mentre il secondo diodo provvede a forni-

Facendo riferimento al circuito rappresentato in alto, con questo disegno si vuol interpretare il funzionamento degli altri due bracci del raddrizzatore a ponte, nella successiva alternanza.

Lo stesso risultato ottenibile con una valvola raddrizzatrice biplacca può essere raggiunto con due raddrizzatori al selenio, collegati in serie ai due terminali estremi dell'avvolgimento secondario ad alta tensione di un trasformatore di alimentazione. Il terminale centrale del trasformatore diviene il conduttore della tensione negativa.

Circuito completo di un alimentatore per apparecchiature radio, realizzato per mezzo di un trasformatore di alimentazione (T) e di quattro raddrizzatori al selenio, collegati fra loro con il sistema a ponte. La resistenza, applicata sui conduttori di uscita della tensione rettificata simboleggia il carico utile del circuito.

re la tensione del circuito di controllo automatico di volume (CAV).

I segnali di alta frequenza vengono affidati al circuito di rivelazione per mezzo di un accoppiamento a trasformatore, che normalmente è un trasformatore di media frequenza. I segnali radio passano dall'avvolgimento primario a quello secondario del trasformatore di media frequenza in virtù del fenomeno di induzione elettromagnetica.

In serie all'avvolgimento secondario del

Alcuni tipi di diodi di largo impiego radiotecnico. Il diodo a punta, di tipo al germanio, è adatto a pilotare il processo di rivelazione dei segnali radio. Il diodo a giunzione è più adatto al processo di rettificazione. Il diodo al selenio e il diodo a vuoto vengono principalmente usati per rettificare le correnti alternate.

trasformatore è collegato il diodo di germanio oppure il diodo di una valvola elettronica; a valle di questo elemento sono presenti soltanto le semionde positive dei segnali di alta frequenza. Viene così compiuto il processo di rettificazione dei segnali radio, che costituisce la prima parte del processo di rivelazione vero e proprio. Infatti, nelle semionde positive, presenti a valle del diodo rettificatore, sono presenti ancora i segnali di alta frequenza, che non permettono in alcun modo di ascoltare le voci e i suoni prodotti nella stazione trasmittente. Per poter rendere udibili i

Anche il processo di rivelazione è essenzialmente un processo di rettificazione delle correnti di alta frequenza rappresentative dei segnali radio. Attraverso il diodo DG passano soltanto le semionde positive. La tensione del segnale raddrizzato è presente sui terminali della resistenza R1.

Il collegamento di un condensatore di piccola capacità, in parallelo alla resistenza di rivelazione R1, permette di eliminare le componenti di alta frequenza comprese nella tensione rettificata dal diodo di germanio DG. Il segnale ottenuto all'uscita del circuito diviene udibile se applicato ad un trasduttore acustico.

Quando il condensatore collegato in parallelo alla resistenza di rivelazione R1 è caratterizzato da un elevato valore capacitivo, il segnale a valle del diodo è costituito da una corrente continua. Questo sistema di rettificazione viene usato nei circuiti di radiocomandi ad impulsi.

segnali radio, occorre necessariamente eliminare dal treno di semionde positive tutte le componenti di alta frequenza. Tale eliminazione viene ottenuta collegando in parallelo al circuito di rivelazione un condensatore, di capacità relativamente bassa, che permette di mettere in fuga, a massa, le componenti di alta frequenza.

Il condensatore di rivelazione può avere anche un valore molto elevato, dell'ordine dei microfarad, ma si tratta di casi molto rari, che nulla hanno a che vedere con i normali ricevitori radio. Inatti, aumentando notevolmente il valore capacitivo del condensatore di rivelazione, si ottiene una tensione continua che non è assolutamente rappresentativa delle voci e dei suoni, ma che viene usata per inviare gli impulsi necessari per il pilotaggio degli apparati a radiocomando.

MONTAGGI

RICEVITORE REFLEX - TEORIA

Il ricevitore con circuito reflex, chiamato anche ricevitore radio a circuito riflesso, pone il suo principio di funzionamento sull'amplificazione contemporanea dei segnali di alta frequenza e di quelli di bassa frequenza da parte di uno stesso stadio pilota. Nel caso specifico del circuito qui rappresentato, l'amplificazione dei due tipi di segnali è ottenuta per mezzo dello stesso transistor TR1.

Facendo lavorare due volte uno stesso elemento, cioè imponendo ad esso di assolvere a due compiti diversi, si ottengono un grande vantaggio economico ed una notevole semplicità costruttiva, e il risultato è pari a quello che si otterrebbe con la realizzazione di due stadi distinti: uno stadio amplificatore di alta frequenza ed uno stadio amplificatore di bassa frequenza.

Il circuito di sintonia è sempre lo stesso, quello adottato per qualsiasi altro tipo di ricevitore radio; ciò che cambia è il concetto che regola il principio di funzionamento del circuito a valle del circuito di entrata.

Il condensatore C1, che prende il nome di condensatore di accoppiamento di antenna, permette di eliminare una parte di quei segnali che entrando attraverso l'antenna si trasformerebbero soltanto in rumori, cioè in disturbi acustici; ma il condensatore di accoppiamento C1 serve anche per adattare l'antenna al circuito di sintonia. In molti tipi di apparecchi radio questo condensatore, che ha il valore capacitivo di alcune decine di picofarad, viene sostituito da un compensatore, in modo da poter individuare esattamente quel valore capacitivo che permette un perfetto sistema di accoppiamento fra circuito di antenna e circuito di sintonia; in pratica, questo valore è quello che permette di ottenere una ricezione chiara e potente il più possibile.

Il circuito di sintonia vero e proprio del ricevitore è composto dalla bobina di sintonia L1 e dal condensatore variabile C2. In questo circuito, a seconda della posizione delle lamine mobili, rispetto a quelle fisse, del condensatore variabile C2, viene catturato un solo segnale radio, quello sul quale si vuole sintonizzare l'apparecchio radio.

Questo segnale viene prelevato da un terminale intermedio della bobina di sintonia L1 e viene inviato alla base del transistor TR1. E in questo elemento si svolge il primo processo di amplificazione, quello relativo ai segnali di alta frequenza. Sul collettore di TR1, dunque, sono presenti i segnali di alta frequenza amplificati, che non possono scorrere attraverso l'elemento J1, perchè questo costituisce un componente di sbarramento ai segnali di alta frequenza, trattandosi appunto di un'impedenza di alta frequenza. Ai segnali radio, quindi, non resta che prendere la via di C5 per raggiungere il circuito di rivelazione, quello che trasforma i segnali di alta frequenza in segnali di bassa frequenza.

L'impedenza di alta frequenza J2 permette il passaggio delle semionde di uno stesso nome dei segnali radio, giacchè quelle di nome opposto vengono convogliate a massa dal diodo DG1. Attraverso questo circuito i segnali di bassa frequenza, cioè i segnali rilevati, raggiungono la base del transistor TR1 per essere sottoposti al secondo processo di amplificazione, quello di bassa frequenza. Il condensatore C3 serve per convogliare a massa quella parte di segnali di alta frequenza ancora compresi nei segnali rettificati dal diodo DG1.

Le resistenze R2 ed R3 permettono di polarizzare la base di TR1. Il valore esatto di polarizzazione viene individuato sperimentalmente regolando R3, che è un potenziometro semifisso, in modo da raggiungere il massimo volume sonoro in cuffia.

Ricevitore reflex
Montaggio

Il montaggio del ricevitore reflex è assai semplice. Deve essere realizzato in un

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 50 pF
C2 = 350 pF (condens. variabile)
C3 = 15.000 pF
C4 = 500.000 pF - 25 Vl (ceramico)
C5 = 200 pF

Resistenze

R1 = 27.000 ohm
R2 = 300.000 ohm
R3 = 500.000 ohm (potenz. semifisso)
R4 = 33.000 ohm

Varie

TR1 = OC45
DG1 = Diodo al germanio (OA81)
J1 = Impedenza AF (Geloso 557)
J2 = Impedenza AF (Geloso 557)
L1 = Bobina sintonia (vedi testo)
S1 = Interruttore
Pila = 9 V
Cuffia = 2.000 ohm

Lo schema riportato alla pagina precedente riproduce il circuito teorico del ricevitore reflex pilotato con un transistor, alimentato con una pila da 9 volt e con uscita in cuffia telefonica. Il disegno, qui sopra riportato, si riferisce al piano di cablaggio del ricevitore con circuito reflex. Tutti i componenti risultano montati in un unico contenitore di materiale isolante, in modo da permettere alle onde radio di investire direttamente l'antenna di ferrite.

contenitore di materiale isolante, in modo da permettere alle onde radio di investire direttamente la bobina di sintonia L1 che, essendo avvolta su nucleo di ferrite, funge anche da antenna ricevente. In ogni caso occorre tener presente che aggiungendo al ricevitore una piccola antenna di 2-3 metri, la resa del ricevitore aumenta notevolmente.

Tutti i componenti necessari per la realizzazione di questo ricevitore sono di facile reperibilità commerciale. La bobina L1 dovrà essere costruita avvolgendo, su una delle due estremità di un bastoncino di ferrite, di forma cilindrica e delle dimensioni standard di 8 x 140 mm., 65 spire compatte di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm, ricavando una presa intermedia alla nona spira; questa presa intermedia servirà per il collegamento fra il circuito di sintonia e la base del transistor TR1.

Non vi sono particolari operazioni degne di nota relativamente al procedimento di taratura di questo ricevitore. A montaggio ultimato si dovrà soltanto intervenire sul potenziometro semifisso R3, con l'intento di individuare quella posizione per la quale l'ascolto risulta il più forte possibile. Eventualmente, sempre con lo scopo di aumentare la resa del circuito, si potrà intervenire sulla posizione esatta dell'avvolgimento L1 rispetto alla ferrite, facendo scorrere di poco, da una parte e dall'altra, lungo l'asse del nucleo, la bobina stessa, fissandola definitivamente in quella posizione in cui l'ascolto diviene chiaro e potente. E' ovvio che con questo ricevitore si potranno ascoltare soltanto le emittenti locali e, forse, in condizioni atmosferiche particolarmente favorevoli, qualche emittente estera.

Ricevitore in reazione
Teoria

Il ricevitore in reazione è certamente quello che, costruito all'insegna della massima economia, offre il maggior grado di sensibilità che permette la ricezione di molte emittenti, anche di quelle più deboli e più lontane. I segnali radio captati dall'antenna pervengono direttamente nel circuito di sintonia, che è composto dalla bobina L1 e dal condensatore variabile C1. La presa intermedia della bobina L1 permette di ricavare il segnale di alta frequenza sintonizzato e di applicarlo, tramite il condensatore C2, alla base del transistor TR1. Questo transistor, che deve essere un componente adatto per l'amplificazione dei segnali di alta frequenza, svolge due compiti contemporaneamente: amplifica i segnali e li rivela.

Sul collettore di TR1 sono presenti le semionde di uno stesso nome dei segnali di alta frequenza amplificati. Queste raggiungono la bobina L2 la quale, essendo accoppiata induttivamente con la bobina L1, ritrasmette i segnali di alta frequenza nel circuito di sintonia. Pertanto, nel circuito L1 - C1 è presente, per la seconda volta, lo stesso segnale iniziale ma amplificato. Questo segnale riprende la via del condensatore C2 e viene nuovamente applicato alla base del transistor TR1, che provvede ad un secondo lavoro di amplificazione dello stesso segnale. Il ciclo di amplificazione si ripete così all'infinito, almeno teoricamente, apportando al circuito del ricevitore un notevole grado di sensibilità. Il potenziometro, collegato in serie al circuito di emittore, permette di regolare il valore della corrente di emittore e in questo modo si riesce a contenere entro limiti accettabili per l'ascolto il numero delle successive amplificazioni. Se queste infatti fossero oltremodo numerose, nella cuffia non si udrebbero più le voci e i suoni contenuti nei segnali radio captati dall'antenna, ma si ascolterebbe soltanto un fischio acutissimo.

La resistenza R1 permette di polarizzare nella giusta misura la base del transistor TR1. Il condensatore C3 permette di convogliare a massa la parte di segnali di alta frequenza contenuta nelle semionde amplificate di uno stesso nome dei segnali di alta frequenza. La cuffia telefonica funge contemporaneamente da elemento di carico di collettore e da elemento trasduttore acustico. L'interruttore S1 permette di chiudere ed aprire il circuito di alimentazione pilotato dalla pila a 4,5 V.

Ricevitore in reazione
Montaggio

Il montaggio del ricevitore in reazione deve essere realizzato in un contenitore metallico, con lo scopo di evitare che l'alta frequenza amplificata possa arrecare disturbi notevoli nei ricevitori radio funzionanti in prossimità del ricevitore in reazione.

L'antenna di ferrite è composta di due avvolgimenti. Per l'avvolgimento primario L1 occorrono 65 spire compatte di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm.; la presa intermedia, quella che permette di prelevare il segnale di alta frequenza sintonizzato nel circuito L1 - C1, deve essere ricavata alla nona spira. L'avvolgimento L2, che costituisce la bobina di reazione, è composto di 15 spire compatte dello stesso tipo di filo. Gli avvolgimenti vengono realizzati su un nucleo di ferrite di dimensioni standard (8 x 140 mm.). Il bastoncino di ferrite deve essere di forma cilindrica. La bobina L2, contrariamente a quanto avviene per la bobina L1, dovrà essere avvolta su un cilindretto di cartone da rendersi scorrevole lungo l'asse della ferrite. In sede di taratura la bobina L2 verrà avvicinata o allontanata dalla bobina L1, in modo da individuare sperimentalmente la posizione per la quale la resa del ricevitore risulta ottima. Sempre in sede di taratura si interverrà sul potenziometro R2, ruotando il perno in modo da eliminare il fischio caratteristico della reazione e rendere possibile l'ascolto. Il potenziometro R2 verrà regolato immediatamente prima del punto in cui si sente ancora il fischio della reazione.

Circuito teorico del ricevitore transistorizzato in reazione. Il disegno riportato qui sotto si riferisce al piano di cablaggio del ricevitore in reazione. Si noti l'esiguo numero di componenti elettronici che concorrono alla composizione del circuito.

COMPONENTI

C1 = 350 pF (condens. variabile)
C2 = 15.000 pF
C3 = 5.000 pF
R1 = 1 megaohm
R2 = 5.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
TR1 = OC170
L1 = bobina sintonia (vedi testo)
L2 = bobina reazione (vedi testo)
S1 = interruttore
Pila = 4,5 V
Cuffia = 2.000 ohm

Per esaltare il più possibile la sensibilità del ricevitore in reazione è necessaria l'antenna esterna, che verrà realizzata prendendo lo spunto da questo disegno.

Per questo tipo di ricevitore radio è necessaria l'antenna esterna, che verrà realizzata prendendo spunto dal disegno riportato a pagina 162.

La lunghezza dell'antenna dovrà essere di 10 metri circa. Essa è ottenuta con trecciola di rame, tesa fra due coppie di isolatori di porcellana, in modo da garantire un perfetto isolamento del componente. La discesa di antenna, applicata in prossimità di una delle due estremità dell'antenna vera e propria, deve essere realizzata con lo stesso tipo di filo, collegando in serie un compensatore della capacità massima di 80 pF. Questo compensatore verrà regolato durante l'ascolto, in modo da ottenere un perfetto accoppiamento fra il circuito di antenna e quello di entrata del ricevitore. In pratica si noterà che, intervenendo sul compensatore d'aereo, si riuscirà ad aumentare la potenza sonora e la chiarezza di ricezione.

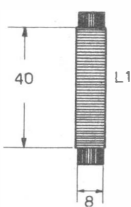
Ricevitore a rivel. di griglia
Teoria

Questo ricevitore ad una sola valvola, funzionante con alimentazione derivata dalla rete-luce, può considerarsi il più semplice apparecchio radio ad una valvola.

Alla pagina seguente è presentato il circuito teorico del ricevitore monovalvolare con rivelazione di griglia. Qui, a sinistra, è invece riprodotto il piano di cablaggio visto nella parte di sotto del telaio metallico, sul quale si realizza l'intero montaggio dell'apparecchio radio.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 50 pF
C2 = 350 pF (condens. variabile)
C3 = 160 pF
C4 = 1.000 pF
C5 = 32 μF - 250 Vl (elettrolitico)
C6 = 32 μF - 250 Vl (elettrolitico)
C7 = 5.000 pF

Resistenze

R1 = 2,2 megaohm
R2 = 3.700 ohm - 1 watt

Varie

V1 = 6AT6
RS1 = raddrizz. al selenio (130 V - 50 mA)
T1 = trasf. d'alimentaz.. (30-40 watt)
S1 = interruttore.

Questa bobina, realizzata su nucleo di ferrite e composta di 80 spire, serve per comporre il circuito di sintonia del ricevitore monovalvolare con rivelazione di griglia.

I segnali radio, captati dall'antenna, vengono applicati al circuito di sintonia composto dall'antenna di ferrite L1 e dal condensatore variabile C2. Il segnale sintonizzato viene applicato, tramite il condensatore C3, alla griglia controllo della valvola V1, che è di tipo 6AT6. Questa valvola, che è un triodo-doppio diodo, vien fatta funzionare in veste di triodo soltanto, giacchè le due placchette, che fanno capo ai piedini 5-6 dello zoccolo, sono collegate entrambe a massa. I segnali di alta frequenza vengono rivelati nel circuito composto dalla griglia controllo e dal catodo. La tensione rivelata dei segnali radio è misurabile sui due terminali della resistenza R1, che rappresenta appunto la resistenza di rivelazione.

I segnali amplificati vengono prelevati dalla placca della valvola ed applicati alla cuffia telefonica. Il condensatore C4 serve per mettere in fuga, a massa, quelle tracce di segnali di alta frequenza ancora contenute nel segnale di bassa frequenza amplificato.

L'elemento di carico anodico della valvola V1 è rappresentato dalla cuffia telefonica, che si comporta come l'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita montato nei normali ricevitori radio di tipo commerciale. Dunque, la cuffia adempie a due funzioni diverse: a quella di elemento di carico e a quella di trasduttore acustico.

Il trasformatore di alimentazione T1, che deve avere una potenza di 30-40 watt, deve essere dotato di avvolgimento primario universale, cioè adatto a tutte le tensioni di rete e di due avvolgimenti secondari. L'avvolgimento secondario a 125 volt serve ad alimentare il circuito anodico della valvola V1, mentre l'avvolgimento secondario a 6,3 volt serve per il circuito di accensione del filamento della valvola.

La tensione alternata a 125 volt viene raddrizzata dall'elemento RS1, che è un raddrizzatore al selenio per tensione a 130 volt e adatto a sopportare una corrente massima di 50 mA. La corrente a valle del raddrizzatore RS1 è soltanto una corrente rettificata, che viene resa continua per mezzo della cellula di filtro composta dalla resistenza R2 e dai due condensatori elettrolitici C5-C6. Il condensatore C7 costituisce il classico condensatore di rete, collegato fra una delle due fasi di rete luce e la massa del telaio; esso serve per scaricare a massa eventuali frequenze dannose introdottesi nei conduttori di rete.

L'interruttore S1, collegato in serie ad uno dei due conduttori che compongono il cordone di alimentazione, permette di accendere e spegnere a piacere l'intero circuito.

Ricevitore a rivel. di griglia
Montaggio

La realizzazione pratica del ricevitore monovalvolare è ottenuta su telaio metallico, che funge da supporto per i vari componenti e da conduttore unico della linea di massa.

Sulla parte superiore del telaio risultano applicati: il trasformatore di alimentazione T1, la valvola V1 e il condensatore elettrolitico doppio C5-C6. Tutti gli altri componenti risultano montati nella parte di sotto del telaio, secondo il piano di cablaggio rappresentato a pagina 162.

La bobina L1 risulta avvolta su uno spezzone di ferrite di forma cilindrica, della lunghezza di 60 mm. e del diametro di 8 mm. Il numero di spire di filo di rame smaltato, del diametro di 0,5 mm., è di 80.

Questo ricevitore non richiede alcun procedimento di messa a punto, perchè esso dovrà immediatamente funzionare senza alcun ulteriore intervento al di fuori di quelli necessari per la realizzazione dell'intero montaggio. La ricerca delle emittenti si ottiene semplicemente manovrando il condensatore variabile C2.

Ricevitore reflex monovalvolare
Teoria

Questo progetto di ricevitore radio in circuito reflex, monovalvolare, presenta la caratteristica intrinseca dei circuiti reflex, oltre a quella della doppia sintonizzazione dei segnali radio. Il circuito, infatti, è dotato di una sola valvola che provvede ad amplificare i segnali di alta frequenza, a rivelare gli stessi segnali e ad amplificare quelli di bassa frequenza, servendosi di due circuiti accordati, composti dalle due bobine L1-L2 e dal condensatore variabile doppio C2-C9.

I segnali radio, captati dall'antenna, vengono applicati, tramite il condensatore di accoppiamento C1, all'avvolgimento primario della bobina L1, che è di tipo commerciale (Corbetta CS2). Dall'avvolgimento primario i segnali radio si portano, per induzione elettromagnetica, sull'avvolgimento secondario che, assieme al condensatore variabile C2, compone il primo circuito accordato del ricevitore radio. In questo circuito avviene una prima selezione dei segnali radio, che vengono poi applicati, tramite il condensatore di accoppiamento C4, alla griglia controllo della valvola V1, che è un doppio diodo-pentodo a pendenza variabile di tipo EBF89. Sulla valvola della placca V1 si ritrovano, in un primo tempo, i segnali radio di alta frequenza amplificati, i quali subiscono un'ulteriore sintonizzazione nel secondo circuito accordato, composto dalla bobina L2 e dalla seconda sezione del condensatore variabile doppio (C9).

I due diodi della valvola V1 vengono collegati assieme, in modo da costituire un'unica placchetta, che rappresenta l'anodo della sezione rivelatrice della valvola. La tensione del segnale rivelato viene prelevata, per mezzo del cursore del potenziometro R3, nella misura voluta. Il potenziometro R3, pertanto, costituisce l'elemento di controllo manuale del volume sonoro del ricevitore radio. I condensatori C5 e C8 mettono in fuga, a massa, le parti di segnale di alta frequenza contenute nella tensione rivelata. Attraverso la resistenza R1 i segnali di bassa frequenza raggiungono la griglia controllo della valvola V1 che, in questo caso, si comporta da elemento amplificatore dei segnali di bassa frequenza. Sulla placca della valvola V1 sono presenti ora i segnali di bassa frequenza amplificati, che raggiungono la cuffia.

Si tenga presente che attraverso la cuffia telefonica fluisce la tensione anodica di alimentazione della valvola V1. Per tale motivo i conduttori di cuffia dovranno risultare ben isolati tra loro e rispetto all'operatore, in modo da scongiurare il pericolo della scossa elettrica.

L'alimentatore è di tipo normale; il trasformatore T1 deve avere una potenza di 30-40 watt e deve essere dotato di un avvolgimento primario e di due avvolgimenti secondari: quello a 125 volt per l'alimentazione del circuito anodico e quello a 6,3 volt per l'alimentazione del circuito di accensione della valvola V1. La tensione alternata a 125 volt viene dapprima raddrizzata da RS1 e successivamente livellata dalla cellula di filtro composta dalla resistenza R6 e dal condensatore elettrolitico doppio C12-C13.

La resistenza semifissa R4, che deve avere una potenza elettrica di 1 watt, serve ad alimentare la griglia schermo della valvola V1. Questa resistenza va regolata, in sede di taratura, per raggiungere le migliori condizioni di resa del ricevitore.

Ricevitore reflex monovalvolare
Montaggio

Il montaggio del ricevitore monovalvola-

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 50 pF
C2-C9 = 450 + 450 pF (condens. variab. doppio)
C3 = 30 pF (compensatore)
C4 = 150 pF
C5 = 250 pF
C6 = 15.000 pF
C7 = 50 pF
C8 = 250 pF
C9 = vedi C2
C10 = 30 pF (compensatore)
C11 = 100.000 pF
C12 = 32 μF - 250 Vl (elettrolitico)
C13 = 32 μF - 250 Vl (elettrolitico)
C14 = 5.000 pF

Resistenze

R1 = 100.000 ohm
R2 = 50.000 ohm
R3 = 500.000 ohm (potenz. a variaz. log.)
R4 = 50.000 ohm - 1 watt (potenz. semifisso)
R5 = 50.000 ohm
R6 = 2.200 ohm - 1 watt

Varie

V1 = EBF89
L1-L2 = bobine sintonia (Corbetta CS2)
T1 = trasf. d'alimentaz. (30-40 watt)
RS1 = raddrizz. al selenio (130 V - 50 mA)
S1 = interruttore

Alla pagina seguente è rappresentato l'intero circuito teorico del ricevitore monovalvolare di tipo reflex, alimentato con la tensione di rete-luce. Qui sotto è invece riportato il piano di cablaggio del ricevitore, visto nella parte di sotto del telaio metallico. Si noti la presenza della sbarra metallica, in funzione di schermo, fra lo stadio di alta frequenza e la rimanente parte del circuito.

RETE
S1
220
160
140
125
110
T1
RS1
C14
sec. 125 V
6,3 V
al filam.
R6
C13
C12
R4
R5
C11
C10
C9
L2
cuffia
C7
V1
R2
R3
C8
C6
R1
C5
C4
C3
C2
L1
C1
ANT.

re deve essere realizzato seguendo il piano di cablaggio di pagina 166 e servendosi di un telaio metallico con funzioni di supporto e conduttore unico del circuito di massa.

Nella parte di sotto del telaio occorre inserire uno schermo elettromagnetico, così come indicato nel disegno, in modo da separare tra loro i circuiti amplificatori di alta frequenza dai circuiti amplificatori di bassa frequenza. Questi schermi sono costituiti da lamierini metallici, intimamente connessi con il telaio del ricevitore. La necessità dell'applicazione di tali schermi è imposta dal pericolo di interferenze fra i segnali di alta e di bassa frequenza, che potrebbero manifestarsi per mezzo di fischi od inneschi attraverso l'altoparlante.

Nella parte superiore del telaio sono applicati: il condensatore variabile doppio C2-C9, il trasformatore di alimentazione T1, la valvola V1 e il condensatore elettrolitico doppio C12-C13. Tutti gli altri componenti elettrolitici risultano montati nella parte di sotto del telaio.

Si tenga presente che la presa di cuffia dovrà risultare ben isolata, tenendo conto che su questa presa è applicata la tensione anodica.

A montaggio ultimato, questo ricevitore richiede un certo intervento per la messa a punto e taratura. Il procedimento, in questo caso, è il seguente. Si comincia col sintonizzare il ricevitore su una emittente radiofonica abbastanza potente, dalla parte delle frequenze più elevate, cioè con il condensatore variabile ruotato verso l'apertura completa. Ottenuta questa condizione, si interviene sui compensatori C3 e C10, ruotandoli in modo da raggiungere la massima resa. Successivamente, si sintonizza il ricevitore su una emittente di notevole potenza dalla parte delle frequenze più basse, cioè con il condensatore variabile ruotato verso la chiusura, con le lamine mobili quasi completamente introdotte tra quelle fisse; questa volta si agisce sui nuclei delle bobine L1 ed L2, facendoli ruotare in modo da ottenere la massima resa. Queste due importanti operazioni

Piano di cablaggio del ricevitore bivalvolare con circuito a reazione. Il controllo della reazione è ottenuto per mezzo del potenziometro R5, con il quale si riesce a limitare il numero successivo delle amplificazioni dei segnali di alta frequenza.

COMPONENTI

Condensatori
C1 = 150 pF
C2 = 500 pF (condens. variabile)
C3 = 150 pF
C4 = 50.000 pF
C5 = 10.000 pF
C6 = 1.500 pF
C7 = 50.000 pF

Circuito teorico del ricevitore bivalvolare a reazione. L'aggiunta della valvola amplificatrice di bassa frequenza V2 esalta ancor più la sensibilità del ricevitore.

C8 = 32 μF - 350 Vl (elettrolitico)
C9 = 32 μF - 350 Vl (elettrolitico)
C10 = 10.000 pF

Resistenze
R1 = 3,3 megaohm
R2 = 100.000 ohm (potenz. a filo)
R3 = 50.000 ohm
R4 = 50.000 ohm
R5 = 50.000 ohm (potenz. a filo)
R6 = 10 megaohm
R7 = 100.000 ohm
R8 = 2.200 ohm - 1 watt

Varie
V1 = 6AU6
V2 = 6AT6
T1 = trasf. d'alimentaz. (30-40 watt)
RS1 = raddrizz. al selenio (130 V - 50 mA)
L1 = bobina sintonia (vedi testo)
L2 = bobina reazione (vedi testo)
S1 = interruttore

vanno ripetute più volte, sintonizzando alternativamente il ricevitore radio su emittenti sempre più deboli ma comprese nei tratti estremi della gamma.

Il potenziometro semifisso R4 verrà regolato per ultimo, dopo aver sintonizzato il ricevitore su una qualsiasi emittente di debole potenza, facendo in modo di ottenere la massima resa.

Il potenziometro di volume R4, durante le operazioni di taratura, deve essere regolato al valore di massima potenza sonora.

L'avvolgimento della bobina di sintonia è composto di 95 spire; quello della bobina di reazione è composto di sole 19 spire. I due avvolgimenti risultano distanziati tra di loro di 5 mm.

Ricevitore bivalvolare a reazione
Teoria

Aggiungendo una valvola amplificatrice di bassa frequenza al classico ricevitore a reazione monovalvolare, si ottiene un apparecchio radio estremamente sensibile e di ottime prestazioni. Con l'alimentazione derivata dalla rete luce si ottiene inoltre un apparato funzionale, duraturo, di facile trasportabilità.

La teoria che regola il principio di funzionamento di questo ricevitore è sempre quella che sta alla base dei circuiti reattivi pilotati a valvola.

I segnali radio, captati dall'antenna, vengono applicati, tramite il condensatore di accoppiamento C1, ad una presa intermedia della bobina di sintonia L1. Manovrando il condensatore variabile C2, il ricevitore viene sintonizzato sulla emittente che si vuol ricevere. I segnali radio di alta frequenza risultano poi applicati, tramite il condensatore di accoppiamento C3, alla griglia controllo della valvola amplificatrice di alta frequenza e rivelatrice V1. I segnali di alta frequenza, uscenti dalla placca della valvola, raggiungono la bobina di reazione L2 e da questa, in virtù del fenomeno di induzione elettromagnetica, si trasferiscono nuovamente sulla bobina di sintonia L1 e, conseguentemente, sulla griglia controllo della valvola V1 per essere sottoposti ad un secondo ciclo di amplificazione. Regolando la tensione di griglia schermo della valvola, per mezzo del potenziometro R5, si riesce a limitare il numero successivo delle amplificazioni dei segnali di alta frequenza, costringendo il ricevitore a funzionare al limite della soglia di ascolto, cioè poco prima dell'insorgere del fischio caratteristico della reazione, che rifletterebbe una serie infinita, almeno teoricamente, di successive amplificazioni dei segnali di alta frequenza.

Nella stessa valvola V1 si verifica anche il processo di rivelazione dei segnali radio i quali producono la tensione caratteristica della bassa frequenza che viene raccolta dal cursore del potenziometro R2 ed inviata, tramite il condensatore di accoppiamento C5, allo stadio amplificatore di bassa frequenza pilotato dal triodo V2. Pertanto, regolando il potenziometro R5 si ottiene un preciso controllo della reazione, mentre controllando il potenziometro R2 si ottiene la voluta regolazione della potenza sonora di ascolto.

La valvola V1 è di tipo 6AU6, mentre la valvola V2 è di tipo 6AT6; questa seconda valvola che per costruzione sarebbe un triodo-doppio diodo, viene montata nel circuito in funzione di triodo amplificatore di bassa frequenza, giacchè le due placchette vengono collegate tra loro e a massa, risultando quindi inutilizzate.

I segnali di bassa frequenza amplificati vengono raccolti sulla placca della valvola V2 ed inviati, tramite il condensatore di

accoppiamento C7, alla cuffia telefonica che, in questo caso, funge esclusivamente da elemento trasduttore acustico; il carico anodico della valvola V2, infatti, è rappresentato dalla resistenza R7.

L'alimentatore è di tipo classico; esso è pilotato dal trasformatore T1, che deve avere una potenza di 30-40 watt. Il trasformatore è dotato di un avvolgimento primario universale e di due avvolgimenti secondari: quello a 6,3 volt per l'alimentazione dei circuiti di accensione dei filamenti delle due valvole e quello a 125 volt per l'alimentazione dei circuiti anodici. La tensione alternata a 125 volt viene raddrizzata dall'elemento RS1, che è un raddrizzatore al selenio per tensione di 130 volt e corrente massima di 50 mA. La tensione raddrizzata viene successivamente livellata dalla cellula di filtro, composta dalla resistenza R8 e dai condensatori elettrolitici C8-C9.

Ricevitore bivalvolare a reazione Montaggio

Il piano di cablaggio del ricevitore a reazione bivalvolare si realizza seguendo lo schema riportato a pagina 169.

Tutti gli elementi dell'apparecchio risultano applicati su un unico telaio metallico, che ha funzioni di supporto e di conduttore unico della linea di massa. Sulla parte superiore del telaio risultano applicati: il trasformatore di alimentazione T1, la valvola V1 e la valvola amplificatrice di bassa frequenza V2, oltre al condensatore elettrolitico doppio a vitone C8-C9. Tutti gli altri componenti elettronici risultano applicati nella parte di sotto del telaio, compresa anche la bobina di sintonia L1 e quella di reazione L2. Queste due bobine vengono avvolte su uno stesso supporto, costituito da un tubo cilindrico di cartone bachelizzato del diametro di 20 mm.

L'avvolgimento della bobina di sintonia L1 è composto da 95 spire compatte di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm.; la presa intermedia, necessaria per l'applicazione al circuito di sintonia dei segnali radio captati dall'antenna, è ricavata alla trentesima spira. L'avvolgimento della bobina di reazione L2 è composto di 19 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm.; anche per questo secondo avvolgimento le spire dovranno risultare compatte fra di loro e i due avvolgimenti rimarranno distanziati di 5 mm., così come indicato nel disegno di pagina 170.

Per questo tipo di ricevitore radio non è necessario alcun intervento di taratura e messa a punto, giacchè per la ricezione sono sufficienti le tre manovre dell'operatore sui comandi di sintonia (C2), di reazione (R5) e di volume (R2).

Ricevitore monovalvolare per onde medie Teoria

Se in un ricevitore radio a circuito supereterodina vengono eliminati il circuito di conversione di frequenza, quello di amplificazione di alta frequenza, i circuiti accordati di media frequenza e lo stadio amplificatore finale, l'apparecchio radio si riduce al progetto rappresentato a pagina 172, nel quale del ricevitore a circuito supereterodina sono stati conservati: lo stadio alimentatore, quello preamplificatore di bassa frequenza e il circuito di sintonia.

Il circuito di sintonia è sempre lo stesso, quello adatto per la ricezione delle onde medie ed è composto dalla bobina di sintonia L1 e dal condensatore variabile C2. Lo stadio rivelatore è quello stesso del ricevitore supereterodina, cioè a diodo mediante valvola elettronica. I segnali di alta frequenza, infatti, selezionati dal circuito di sintonia vengono direttamente applicati, tramite il condensatore C3, alle placchette, unite insieme, della valvola V1, che è di tipo 6AT6, cioè un doppio diodo-triodo. Questa valvola funge normalmente da triodo preamplificatore dei segnali di bassa frequenza e da diodo rivelatore e CAV. Nel caso del progetto di pag. 172, il triodo funge da elemento amplificatore di bassa frequenza, mentre le due placchette risultano unite insieme e, assieme al catodo, compongono il diodo rivelatore dei segnali radio di alta frequenza.

COMPONENTI

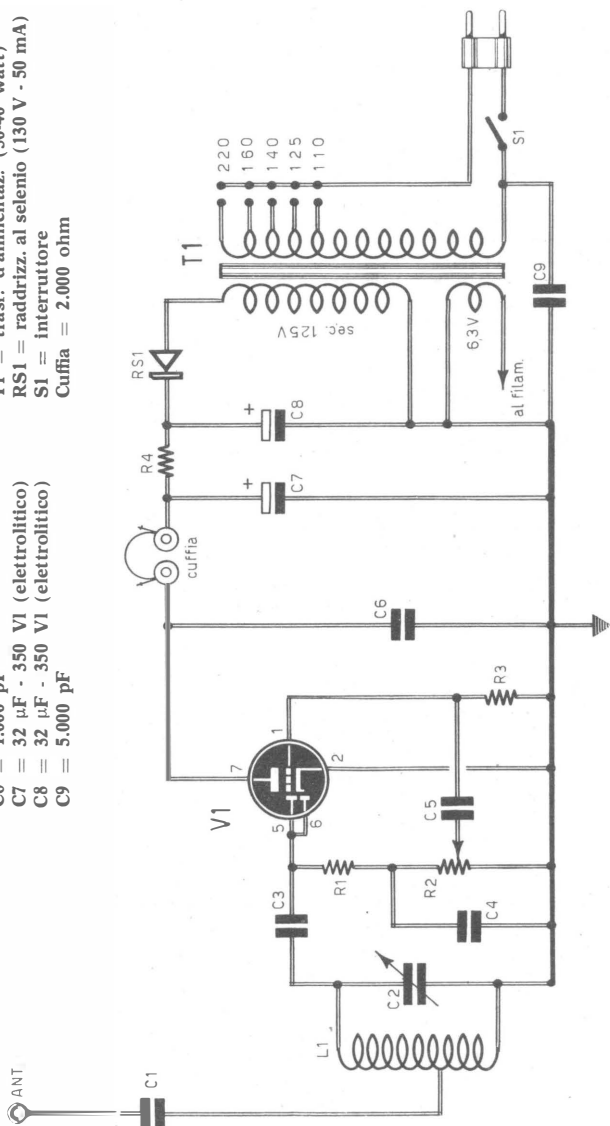
Condensatori

C1 = 1.000 pF
C2 = 500 pF (cond. variabile ad aria)
C3 = 150 pF
C4 = 250 pF
C5 = 5.000 pF
C6 = 1.000 pF
C7 = 32 μF - 350 Vl (elettrolitico)
C8 = 32 μF - 350 Vl (elettrolitico)
C9 = 5.000 pF

Resistenze

R1 = 50.000 ohm
R2 = 500.000 ohm (potenz. a variaz. log.)
R3 = 10 megaohm
R4 = 2.600 ohm - 1 watt

Varie

V1 = 6AT6
T1 = trasf. d'alimentaz. (30-40 watt)
RS1 = raddrizz. al selenio (130 V - 50 mA)
S1 = interruttore
Cuffia = 2.000 ohm

Il circuito di rivelazione, dunque, è composto dalle placchette, che fanno capo ai piedini 5-6 dello zoccolo della valvola V1, dal catodo, dal potenziometro R2 e dalla resistenza R1. In questo circuito scorre la corrente di rivelazione dei segnali radio. Al condensatore C4 è affidato il compito di mettere in fuga, a massa, la parte ad alta frequenza contenuta nei segnali rivelati. La tensione rivelata viene prelevata dal circuito di rivelazione per mezzo del cursore del potenziometro R2 e del condensatore di accoppiamento C5, che la applica alla griglia controllo del triodo amplificatore di bassa frequenza. Il potenziometro R2, dunque, rappresenta il comando manuale del volume sonoro dell'apparecchio radio.

La sezione triodica della valvola V1 amplifica i segnali rivelati e li applica alla cuffia telefonica.

La sezione alimentatrice è composta dal trasformatore di alimentazione T1, dal raddrizzatore al selenio RS1 e dalla cellula di filtro R4-C7-C8. La tensione continua attraversa la cuffia telefonica che funge contemporaneamente da elemento trasduttore acustico e da elemento di carico anodico della sezione triodica della valvola V1.

La bobina di sintonia del ricevitore monovalvolare per onde medie è realizzata su supporto cilindrico di cartone bachelizzato.

Ricevitore monovalvolare per onde medie Montaggio

Il montaggio del ricevitore monovalvolare con rivelazione a diodo è rappresentato a pag. 179. La realizzazione è ottenuta su telaio metallico, sulla cui parte posteriore sono applicati: il cambiotensione, la presa di antenna e le boccole che rappre-

Alla pagina precedente è riprodotto il circuito teorico del ricevitore monovalvolare adatto per l'ascolto in cuffia della gamma delle onde medie. Qui sotto è invece riprodotto il piano di cablaggio del ricevitore, visto nella parte di sotto del telaio metallico. I comandi del circuito sono riportati sul pannello frontale, mentre le prese di cuffia, di antenna e il cambiotensione sono montati nella parte posteriore.

sentano la presa di cuffia. Sulla parte anteriore sono applicati: l'interruttore S1, il comando di sintonia e quello di volume.

Sulla parte superiore del telaio sono applicati: il trasformatore di alimentazione T1, il condensatore elettrolitico doppio a vitone C7-C8 e la valvola V1; tutti gli altri componenti elettronici risultano applicati nella parte di sotto del telaio metallico, che rappresenta il conduttore unico di massa.

La bobina di sintonia L1 è avvolta su cilindro di cartone bachelizzato del diametro di 20 mm. Su di esso risultano avvolte 95 spire compatte di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm. con una presa intermedia alla trentesima spira.

Per questo tipo di ricevitore non si rende necessario alcun intervento di taratura o messa a punto. Esso deve funzionare immediatamente a montaggio ultimato. All'utente rimangono soltanto i controlli manuali di sintonia, di volume e di accensione del circuito.

Ricevitore con reazione di emittore
Teoria

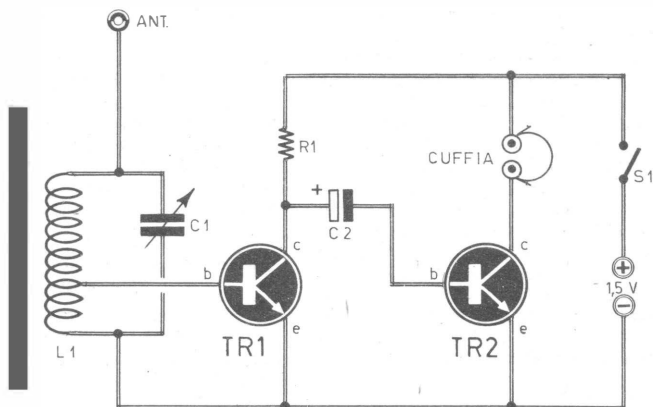
Il progetto del ricevitore rappresentato a pag. 174 è di una semplicità estrema, pur vantando doti di sensibilità di ricezione. Il circuito reattivo composto sull'emittore del transistor TR1, infatti, permette di spingere in misura elevata ,il processo di amplificazione dei segnali di alta frequenza.

COMPONENTI

Condensatori
C1 = 350 pF (condens. variabile)
C2 = 5.000 pF
C3 = 4.500 pF
C4 = 1.500 pF

Resistenze
R1 = 22.000 ohm
R2 = 5.000 ohm (potenziometro)

Varie
TR1 = OC44 (OC45)
L1 = bobina sintonia e reazione (vedi testo)
S1 = interruttore
Pila = 4,5 volt
Cuffia = 2.000 ohm

La bobina L1 funge contemporaneamente da bobina di sintonia e di reazione, mentre il transistor TR1 amplifica i segnali di alta frequenza, li rivela ed amplifica quelli di bassa frequenza. Con pochi elementi, dunque, si riesce ad ottenere una resa molto elevata. La reazione è controllata per mezzo del potenziometro R2, che permette di regolare il circuito al di qua della soglia del fischio caratteristico della reazione, permettendo un ascolto chiaro e preciso delle emittenti radiofoniche. La tensione rivelata è presente sui terminali della resistenza R1. Il transistor TR1 è di tipo OC44 e può essere vantaggiosamente sostituito con un transistor di tipo OC45. In entrambi i casi si tratta di transistor adatti per l'amplificazione di alta frequenza, di tipo PNP.

Il condensatore C3 mette in fuga, a massa, i residui di alta frequenza contenuti nei segnali uscenti dal collettore di TR1. La cuffia telefonica anche in questo caso funge da trasduttore acustico e da elemento di carico di collettore. L'alimentazione è ottenuta con una pila da 4,5 volt, del tipo di quelle usate per le lampade tascabili.

**Ricevitore con reazione di emittore
Montaggio**

Il montaggio del ricevitore transistorizzato si effettua su telaio metallico, seguendo il piano di cablaggio illustrato a pagina 175.

Alla pagina precedente è riportato il circuito teorico del ricevitore transistorizzato con reazione di emittore. Qui sotto è riprodotto il piano di cablaggio realizzato su telaio metallico. Dentro il telaio verrà allogata anche la pila di alimentazione a 4,5 volt.

La bobina L1 è ottenuta avvolgendo 95 spire compatte di filo di rame smaltato da 0,3 mm. su un supporto di cartone bachelizzato, di forma cilindrica, del diametro di 20 mm. In questa bobina si dovranno ricavare due prese intermedie, quella per il collegamento di antenna e quella per il collegamento al circuito di reazione. A partire dal lato massa, cioè dal terminale della bobina che fa capo alla presa di terra, si conteranno dapprima 5 spire e poi 30 spire; in altre parole si può dire che le due prese intermedie vengono ricavate alla quinta e alla trentesima spira a partire dal lato di massa.

Neppure questo ricevitore, a montaggio ultimato, richiede alcun intervento di messa a punto o taratura, fatta eccezione per il potenziometro R2 che verrà regolato durante l'ascolto in modo da eliminare il fischio della reazione. La ricerca delle emittenti si ottiene intervenendo sul perno del condensatore variabile C1, che deve essere di tipo adatto per i circuiti transistorizzati.

Ricevitore con ampl. BF
Teoria

Il ricevitore presentato a pagina 176 è pilotato da due transistor. Il transistor TR1 amplifica i segnali di alta frequenza e li rivela, mentre il transistor TR2 amplifica i segnali di bassa frequenza. La bobina L1 è di tipo commerciale, di quelle usate per i ricevitori a transistor. La bobina è avvolta su nucleo di ferrite di forma cilindrica, della misura standard di mm. 8 x 140. Il circuito di sintonia è composto dalla bobina L1 e dal condensatore variabile C1. I segnali sintonizzati vengono prelevati dalla presa intermedia della bobina L1 e vengono trasmessi alla base del transistor TR1 per essere sottoposti in parte ad un processo di amplificazione e principalmente a quello di rivelazione. I segnali di bassa frequenza, dunque, sono presenti sul collettore di TR1. Essi vengono applicati, tramite il condensatore di accoppiamento C2, alla base del transistor TR2, che li amplifica al punto tale da poter pilotare la cuffia telefonica.

Il circuito è alimentato con una pila da 1,5 volt. La sensibilità di questo ricevitore è condizionata alla qualità e al tipo di installazione dell'antenna collegata con il circuito di sintonia.

COMPONENTI

C1 = 350 pF (condens. variabile)
C2 = 10 µF - 6 Vl (elettrolitico)
R1 = 2.500 ohm

Il circuito teorico del ricevitore transistorizzato, munito di uno stadio amplificatore di bassa frequenza, è rappresentato alla pagina precedente. Qui sopra è invece riprodotto il piano di cablaggio dell'apparecchio radio, che viene montato in un contenitore di materiale isolante, con lo scopo di permettere alle onde radio di investire direttamente l'antenna di ferrite L1. L'interruttore S1 e il perno di comando del condensatore variabile C1 risultano accessibili dalla parte di sopra del contenitore.

TR1 = AC127
TR2 = AC127
L1 = bobina sintonia
S1 = interruttore
Pila = 1,5 volt
Cuffia = 2.000 ohm

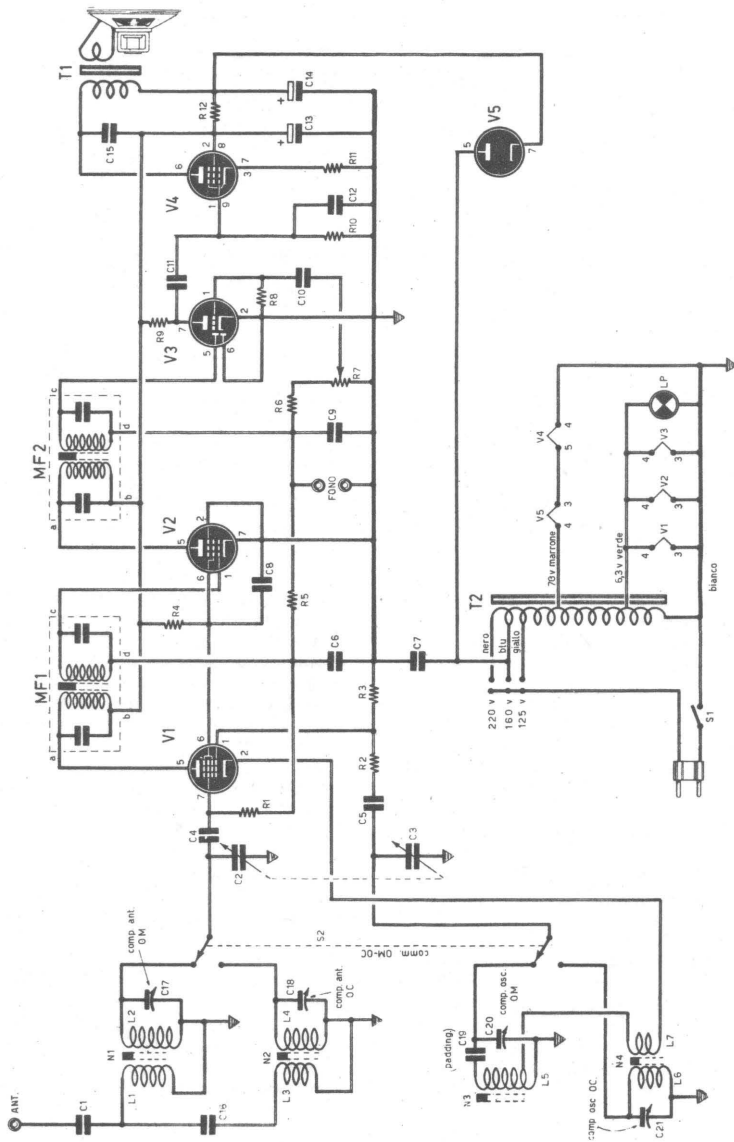
Ricevitore con ampl. BF
Montaggio

Il piano di cablaggio del ricevitore è rappresentato a pagina 177. Tutti i componenti elettronici risultano montati in un contenitore di materiale isolante, che ha lo scopo di permettere alle onde radio di investire direttamente l'antenna di ferrite L1.

Si tenga presente che la disposizione dei terminali dei due transistor di tipo NPN è la stessa di quelli di tipo PNP. Il terminale di collettore è sempre situato da quella parte in cui, sull'involucro esterno del componente, è impresso un puntino colorato; il terminale di base si trova in posizione centrale, mentre quello di emittore è situato all'estremità opposta.

Anche per questo tipo di ricevitore non è necessario alcun intervento di messa a punto e taratura. All'operatore rimangono soltanto due interventi manuali: quello della ricerca delle emittenti per mezzo del condensatore variabile C1 e quello dell'accensione del circuito per mezzo dell'interruttore S1. Questo ricevitore, essendo alimentato a pila, può costituire un apparecchio portatile, tenendo conto che, senza l'applicazione di un'antenna esterna, si possono ricevere soltanto le emittenti locali.

Ricevitore supereterodina a 5 valvole
Teoria

Che cosa significa supereterodina? Significa semplicemente: circuito radio a conversione di frequenza. Significa, in altre parole, che nei ricevitori a circuito

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 2.200 pF
C2 = condensatore variabile
C3 = vedi C2
C4 = 220 pF
C5 = 47 pF
C6 = 47.000 pF
C7 = 10.000 pF
C8 = 10.000 pF
C9 = 220 pF
C10 = 10.000 pF
C11 = 10.000 pF
C12 = 220 pF
C13 = 40 + 40 µF (elettrolitico)
C14 = vedi C13
C15 = 4.700 pF
C16 = 425 pF
C17 = 50 pF (compens.)
C18 = 50 pF (compens.)
C19 = 120 pF
C20 = 50 pF (compens.)
C21 = 50 pF (compens.)

Resistenze

R1 = 1 megaohm
R2 = 100 ohm
R3 = 22.000 ohm
R4 = 4.700 ohm
R5 = 2,2 megaohm
R6 = 47.000 ohm
R7 = 0,5 megaohm
R8 = 10 megaohm
R9 = 220.000 ohm
R10 = 470.000 ohm
R11 = 150 ohm - 1 watt
R12 = 1.000 ohm - 1 watt

Valvole

V1 = 6BE6
V2 = 6BA6
V3 = 6AT6 (6AV6)
V4 = 35D5 (35QL6)
V5 = 35X4 (35A3 - 35W4)

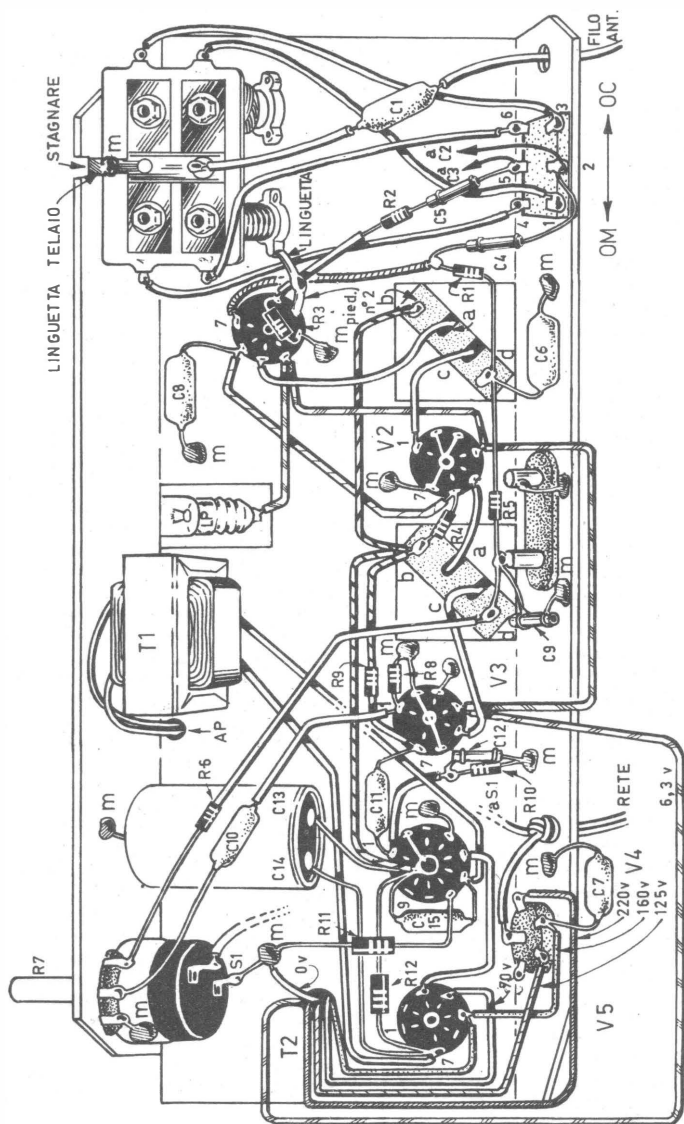
supereterodina le frequenze dei segnali in arrivo, di qualunque valore esse siano, vengono sempre trasformate in un'altra frequenza, che è sempre la stessa in ogni tipo di ricevitore.

Nel ricevitore che presentiamo, il valore della media frequenza è di 470 Kc/s. Pertanto, qualunque sia la frequenza del segnale radio in arrivo, essa viene sempre convertita in quella di 470 Kc/s. Se l'apparecchio, ad esempio, è accordato su una stazione, ad onde medie, di 1000 Kc/s, tale frequenza viene cambiata in quella di 470 Kc/s. Se la frequenza della stazione è di 800 Kc/s, anch'essa viene cambiata in quella di 470 Kc/s; se l'apparecchio è accordato su una stazione ad onde corte, ad esempio di 10.000 Kc/s, anche questa frequenza di 10.000 kilocicli viene cambiata in quella di 470 kilocicli.

Convertire la frequenza del segnale in arrivo in un'altra frequenza qualsiasi, è cosa facile. A tale scopo provvede la prima valvola del circuito, quella contrassegnata con V1 nello schema elettrico. Ed è proprio per questo motivo che la prima valvola di un circuito supereterodina viene chiamata « convertitrice ». Questa prima valvola svolge tre compiti: amplifica i segnali radio in arrivo dall'antenna, genera delle oscillazioni di alta frequenza e mescola queste oscillazioni con quelle dei segnali radio in arrivo. All'uscita della valvola, e per uscita intendiamo la sua placca (piedino 5), è presente il segnale radio che si vuol ricevere ed ascoltare, convertito nella frequenza di 470 Kc/s. Tutti i segnali radio che si vogliono ricevere, qualunque sia la loro frequenza, si ritrovano sulla placca di questa valvola con la frequenza di 470 Kc/s.

Lo stadio di alta frequenza, cioè la porta di ingresso del circuito ai segnali radio, è composto principalmente dalle bobine di sintonia, dalle bobine oscillatrici, dal condensatore variabile (C2-C3) e dalla valvola convertitrice V1.

I segnali radio, captati dall'antenna, entrano nel circuito di sintonia attraverso il condensatore C1. Tale condensatore,

LINGUETTA TELAIO
STAGNARE
LINGUETTA
FILO ANT.
OM
OC
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
C14
C15
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
T1
T2
V2
V3
V4
V5
LP
AP
S1
a S1
RETE
6,3 v
220 v
160 v
125 v
0 v
m pied. n° 2

che viene chiamato « condensatore d'antenna », ha il compito di impedire che nel ricevitore radio possano entrare frequenze disturbatrici di basso valore esistenti in prossimità del ricevitore radio. Dunque, il condensatore C1 costituisce, in certo qual modo, un primo filtro del ricevitore, quello che permette l'accesso al circuito dei soli segnali radio di alta frequenza.

Questi segnali attraversano l'avvolgimento primario L1 della bobina d'aereo per onde medie e l'avvolgimento primario L3 della bobina d'aereo per onde corte.

Da questi avvolgimenti, i segnali radio si trasferiscono, per induzione, negli avvolgimenti secondari L2 ed L4. Il commutatore d'onda preleva tali segnali, a seconda della sua posizione, dalla bobina delle onde medie o da quella delle onde corte (nello schema teorico di fig. 21 il commutatore risulta posizionato sulla gamma delle onde medie). Il condensatore variabile C2 rappresenta una delle due sezioni in cui è suddiviso il condensatore variabile che va applicato sopra il telaio. Tale sezione prende il nome di « sezione d'aereo »; essa, assieme agli avvolgimenti secondari L2 o L4, compone il circuito di sintonia del ricevitore radio per le onde medie o per le onde corte; è questo il circuito che permette di selezionare i segnali radio presenti sull'antenna, scegliendo quello preferito attraverso la semplice manovra di rotazione del perno del condensatore variabile.

Quando si ruota il perno del condensatore variabile, la sezione di aereo ruota simultaneamente alla sezione d'oscillatore, (C3). Tale sezione è collegata, tramite il commutatore d'onda, alla bobina oscillatrice d'aereo o alla bobina oscillatrice delle onde corte. Assieme a queste bobine, il condensatore C3 costituisce il secondo circuito oscillante del ricevitore, quello che genera le oscillazioni locali. La variazione della frequenza di risonanza di questo circuito avviene simultaneamente a quella del circuito di sintonia, in modo tale che la somma algebrica delle due frequenze, quella in arrivo dall'antenna e quella generata dall'oscillatore locale, risulti sempre di 470 Kc/s.

Tra la valvola V1 e la valvola V2 è interposto un importante componente radioelettrico; il primo trasformatore di media frequenza, che nello schema elettrico è contrassegnato con la sigla MF1 e che nel gergo radiotecnico prende semplicemente il nome di media frequenza. La linea tratteggiata, che racchiude la media frequenza, sta ad indicare che i due avvolgimenti, che rappresentano il primario e il secondario del trasformatore, sono racchiusi, assieme a due piccoli condensatori, in una custodia metallica dalla cui parte inferiore fuoriescono i quattro conduttori contrassegnati, nello schema elettrico, con le lettere minuscole: a, b, c, d. Lungo uno spigolo dei due trasformatori di media frequenza risultano praticati due fori; dentro questi fori si notano due piccoli nuclei di ferrite, recanti il taglio della vite. Questi nuclei risultano avvitati nei supporti dei due avvolgimenti, primario e secondario, che compongono ciascun trasformatore di media frequenza. La loro regolazione (possono essere avvitati e svitati dal tecnico) va fatta in sede di taratura del ricevitore, ma di ciò sarà detto più avanti.

Il trasformatore di media frequenza MF1 accoppia induttivamente lo stadio di entrata di alta frequenza del ricevitore

Il circuito teorico del ricevitore supereterodina, a 5 valvole, è riportato a pag. 178. Qui, a sinistra, è rappresentato l'intero piano di cablaggio visto nella parte di sotto del telaio metallico.

con lo stadio amplificatore di media frequenza. Ma al trasformatore di media frequenza è affidato un altro compito, molto più importante del primo, quello di lasciar via libera ai soli segnali radio la cui frequenza è di 470 Kc/s. Eventuali segnali radio, di valore diverso di frequenza, che fossero riusciti ad oltrepassare lo stadio convertitore, vengono « rifiutati » dal trasformatore MF1 e non possono raggiungere la valvola amplificatrice di media frequenza V2. Dunque, il trasformatore MF1 funge da elemento accoppiatore di due stadi e da filtro selettivo delle frequenze radio.

I segnali radio di media frequenza, che hanno attraversato MF1, vengono applicati alla griglia controllo (piedino 1) della valvola V2 e vengono da questa amplificati; essi vengono prelevati alla sua uscita ed applicati all'avvolgimento primario della seconda media frequenza MF2, che provvede ad un ulteriore filtraggio delle frequenze e provvede altresì ad accoppiare lo stadio amplificatore di media frequenza con lo stadio rivelatore.

La valvola V3 è una valvola tripla; essa contiene internamente un numero di elettrodi che, un tempo, ai primordi della radio, venivano montati in tre valvole diverse. Dunque, nella valvola V3 sono comprese tre valvole: due diodi rettificatori ed un triodo amplificatore di bassa frequenza. I due diodi sono rappresentati dalle due placchette facenti capo ai piedini 5 e 6 dello zoccolo e dal catodo, comune, facente capo al piedino 2 dello zoccolo; il triodo è rappresentato dalla placca, dalla griglia controllo e dal catodo; esiste dunque un solo catodo comune al-

Quando si fa acquisto di una scatola di montaggio di un qualsiasi tipo di apparecchio radio, occorre, come prima operazione, distendere le parti sul banco di lavoro, con lo scopo di effettuare un primo controllo dei materiali contenuti.

le tre diverse funzioni della valvola V3. Lasciamo per un momento da parte la sezione triodica della valvola ed occupiamoci dei due diodi.

I due terminali dell'avvolgimento secondario di MF2 sono collegati ad una placchetta della valvola (piedino 1) ed al circuito di massa attraverso le resistenze R6 ed R7. La placchetta corrispondente al piedino 1 dello zoccolo ed il catodo della valvola formano il diodo rivelatore; esso permette il passaggio delle sole semionde di uno stesso nome del segnale di media frequenza. Dunque, in questo circuito si effettua la rivelazione dei segnali radio, che divengono segnali di bassa frequenza. La tensione del segnale rivelato è presente sui terminali della resistenza R7, che è di tipo variabile. Al condensatore C9 è affidato il compito di fugare a massa la parte residua di alta frequenza ancora presente nelle semionde del segnale rivelato.

Dal circuito rivelatore viene prelevata una parte della tensione rivelata tramite la resistenza R5. Tale tensione viene applicata al secondario di MF1 e alla griglia controllo della valvola V1; è questa una tensione negativa che polarizza più o meno le griglie controllo delle prime due valvole. Quando il segnale ricevuto è molto intenso, anche la tensione negativa aumenta e, di conseguenza, le griglie controllo sono maggiormente polarizzate e le due prime valvole sono costrette ad amplificare di meno. Viceversa, quando il segnale presente nel circuito di rivelazione è debole, anche la tensione negativa di polarizzazione è bassa e le valvole amplificano di più. In ciò consiste il fun-

Il telaio metallico rappresenta lo scheletro di ogni tipo di ricevitore radio. In esso sono riportati tutti i fori necessari per l'applicazione degli zoccoli delle valvole elettroniche, dei trasformatori di media frequenza, del trasformatore di alimentazione e di altri elementi.

zionamento del circuito CAV, cioè del controllo automatico di volume.

Sulla resistenza R7 viene prelevata la tensione del segnale rivelato ed applicata, tramite il condensatore C10, alla griglia controllo della sezione triodica della valvola V3, che costituisce il preamplificatore dei segnali di bassa frequenza. La resistenza R7 è un potenziometro ed il cursore, corrispondente alla freccia dello schema elettrico, permette di dosare la quantità di tensione rivelata che si vuole amplificare e trasformare in voci e suoni. Il potenziometro R7, quindi, rappresenta il regolatore manuale del volume sonoro del ricevitore.

La presa fono è applicata sul circuito di rivelazione, più precisamente il segnale proveniente dal pick-up è applicato sui terminali delle resistenze R6 ed R7 ed il potenziometro permette, in questo caso, di dosare l'entità del segnale fonografico che si vuol amplificare.

Lo stadio amplificatore finale è pilotato dalla valvola V4, che è un pentodo. I segnali di bassa frequenza preamplificati dalla valvola V3 vengono prelevati dalla sua placca (piedino 7) per mezzo del condensatore C11 e vengono applicati alla griglia controllo (piedini 1-9 indifferentemente) della valvola V4. Il condensatore C11 accoppia lo stadio preamplificatore di bassa frequenza con lo stadio amplificatore finale e viene perciò chiamato condensatore di accoppiamento. La resistenza R10 rappresenta la resistenza di polarizzazione di griglia controllo della valvola V4.

I segnali amplificati vengono prelevati dalla placca (piedino 6) ed applicati all'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita T1, che rappresenta anche il

Il montaggio di ogni tipo di apparecchio radio comincia sempre con le operazioni di ordine meccanico. In questa foto l'operatore è stato ripreso durante l'applicazione dei trasformatori di media frequenza.

Il potenziometro, che regola il volume sonoro del ricevitore radio, e nel quale è pure incorporato l'interuttore generale dell'intero circuito, viene applicato al telaio per mezzo di un dado e, alle volte, di un controdado.

carico anodico della valvola amplificatrice finale. Sull'avvolgimento secondario di T1 è applicato l'altoparlante, che trasforma in voci e suoni la corrente di bassa frequenza, sufficientemente intensa, che percorre la sua bobina mobile.

L'alimentazione del ricevitore è ricavata dalla rete-luce. La tensione di rete è applicata all'autotrasformatore T2, dotato di sei terminali; tre di questi terminali fanno capo al cambiotensione e corrispondono alle tensioni di rete di 125, 160 e 220 volt. Il terminale 0 va collegato a massa, cioè con il telaio del ricevitore; il terminale a 6,3 volt alimenta, in parallelo, i filamenti delle valvole V1, V2 e V3 e

Ultimate le operazioni di ordine meccanico, il ricevitore comincia a prendere vita con le operazioni relative alla composizione del piano di cablaggio. In questa foto risulta in fase di completamento lo stadio di bassa frequenza del ricevitore.

quello della lampada-spia, che serve ad illuminare la scala parlante del ricevitore. Il terminale a 70 volt serve ad alimentare in serie i due filamenti delle valvole V4 e V5.

La tensione di alimentazione anodica del circuito viene prelevata dal terminale a 160 volt dell'autotrasformatore T2; essa viene applicata alla placca (piedino 5) della valvola raddrizzatrice monoplacca; la tensione raddrizzata è presente sul catodo (piedino 7) di V5; essa viene applicata alla cellula di filtro composta dalla resistenza R12 e dai due condensatori elettrolitici C13 e C14.

Ricevitore supereterodina a 5 valvole Montaggio

Il montaggio del ricevitore si effettua in due tempi. In un primo tempo si montano tutti i componenti per i quali non è necessario, o lo è solo in minima parte, l'uso del saldatore; in un secondo tempo si effettua il cablaggio, cioè la saldatura dei conduttori e dei componenti. Le operazioni di taratura e messa a punto del ricevitore si effettuano a montaggio ultimato.

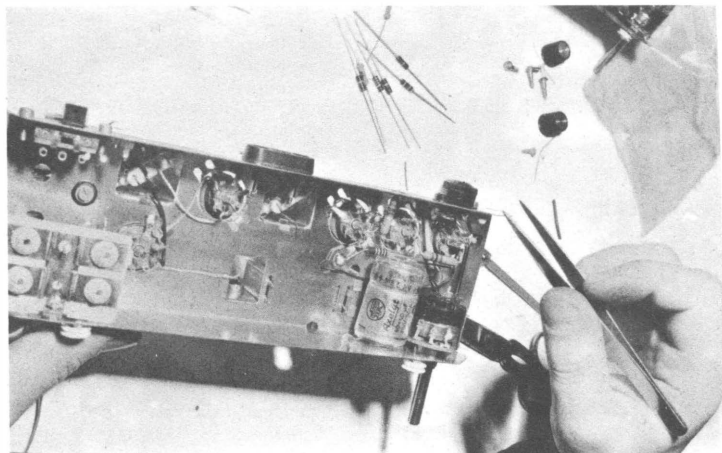
Il montaggio meccanico avviene nel seguente ordine:

Montaggio dell'autotrasformatore nella parte superiore del telaio (il suo irrigidimento si ottiene ribaltando le quattro linguelle e saldandole a stagno sul telaio).

Applicazione nella parte di sotto del telaio del trasformatore d'uscita T1 (anche in questo caso il trasformatore si fissa ribaltando le linguelle con angolo di 90°).

Il cablaggio degli stadi di alta frequenza rappresenta l'ultima operazione di montaggio dell'apparecchio radio. Essa si riferisce al collegamento del gruppo di alta frequenza e dei terminali dello zoccolo della valvola convertitrice.

Applicazione del potenziometro, in posizione tale che i terminali risultino rivolti verso l'osservatore (il fissaggio si ottiene stringendo l'apposito dado esagonale).

Applicazione del cambiotensione (il fissaggio si ottiene mediante ribaltamento delle apposite linguelle ricavate sul telaio).

Montaggio dei cinque zoccoli portavalvola, nella identica posizione con cui sono stati disegnati nello schema pratico (anche lo zoccolo va fissato mediante ribaltamento delle apposite linguelle ricavate sul telaio). Si tenga presente che quattro zoccoli sono perfettamente identici tra loro (a 7 piedini), mentre un quinto zoccolo appare di dimensioni più grandi ed è a 9 piedini: esso va applicato nel foro centrale rispetto ai tre fori allineati di fronte all'autotrasformatore.

Applicazione dei due trasformatori di media frequenza; le due medie frequenze devono essere orientate come indicato nello schema pratico. Nel disegno, per ragioni di chiarezza, sono stati indicati i conduttori uscenti, mentre in realtà i due trasformatori di media frequenza sono muniti di quattro terminali sui quali vanno effettuate le saldature dei conduttori. I due trasformatori di media frequenza sono perfettamente identici tra loro e ognuno di essi può quindi fungere indifferentemente da MF1 o MF2.

Applicazione del cambio d'onda.

Applicazione della presa fono (si realizza mediante ribaltamento di due linguelle). Prima di compiere questa opera-

L'apparecchio radio si trova ancora durante le prime fasi di montaggio. L'operatore effettua un controllo sull'isolamento dei componenti degli stadi di bassa frequenza. Lo spazio limitato impone, alle volte, una estrema vicinanza fra i componenti elettronici.

zione occorre ribaltare, verso l'interno del telaio, i quattro terminali del secondo trasformatore di media frequenza, per evitare che una delle due prese fono faccia contatto con la media frequenza. Anche il piedino 6 dello zoccolo della valvola V2 deve essere ripiegato verso l'esterno per impedire il contatto con l'altra boccola della presa fono.

Applicazione del perno di comando della sintonia. Esso va infilato attraverso il foro praticato nell'apposita squadretta saldata sulla parte anteriore del telaio; il perno viene arrestato nella parte interna del telaio per mezzo della apposita molletta di acciaio.

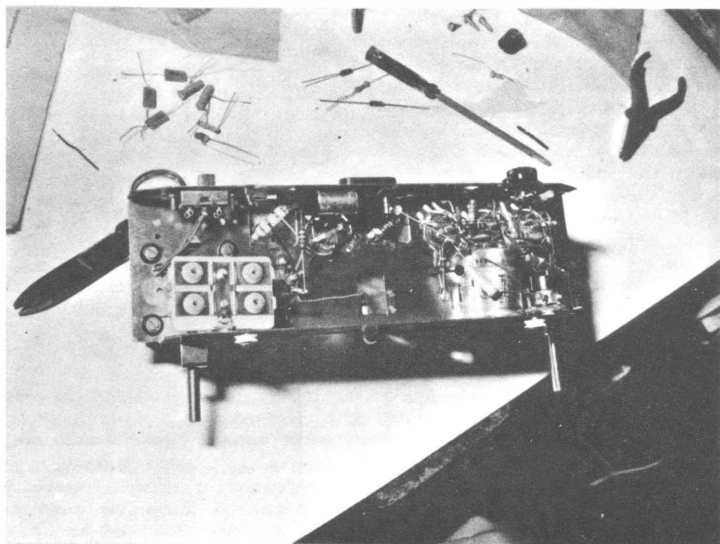
Il montaggio del condensatore variabile inizia con l'applicazione di quattro gommini passanti sui quattro fori simmetrici. Il fissaggio avviene mediante quattro viti, che non devono risultare completamente avvitate; l'applicazione del condensatore variabile, infatti, deve risultare elastica allo scopo di evitare l'effetto Larsen. L'importante è che l'applicazione di questo componente venga fatta in modo che il suo perno risulti perfettamente parallelo al perno di comando di sintonia.

Avvitamento della lampadina nell'apposita linguella ricavata superiormente al telaio (il corpo metallico della lampadina verrà saldato a stagno alla linguella-supporto). Prima di effettuare la saldatura occorre ribaltare la linguella verso il basso, in modo che la lampadina risulti in posizione verticale, con lo scopo di non toccare il cestello dell'altoparlante.

Montaggio del gruppo di alta frequenza. La linguella sporgente dall'insieme metallico deve sovrapporsi a quella saldata nella parte interna del telaio dietro una delle due rotelline di scorrimento della funicella della scala parlante.

Una volta realizzato l'incastro si provvederà ad effettuare la saldatura a stagno.

Ricevitore supereterodina a 5 valvole
Cablaggio

Attorcigliare i cinque conduttori uscenti dall'autotrasformatore T2; far passare la trecciola ora ottenuta attraverso l'apposito foro praticato fra T2 e lo zoccolo della valvola raddrizzatrice V5. Sciogliere nuovamente la trecciola e comporre una nuova trecciola con i tre conduttori di color giallo-blu-nero; questi tre conduttori devono essere saldati sui tre terminali del cambiotensione; il terminale nero va saldato sul terminale del cambiotensione corrispondente alla tensione di 220 V; il terminale blu va saldato sul terminale corrispondente alla tensione di 160 V; il terminale giallo va saldato sul terminale corrispondente alla tensione di 125 V.

Applicazione della spina sul cordone di alimentazione.

Introdurre l'altro terminale del cordone di alimentazione attraverso il foro praticato in prossimità del cambiotensione. Ad una distanza di 10 cm. si dovranno realizzare due o tre nodi, con lo scopo di creare un arresto del cavo sul telaio (se sottoposto a trazione, il cavo non uscirà dal telaio e le saldature dei terminali rimarranno integre).

Saldatura dei terminali del cavo di alimentazione. Uno di essi va saldato su uno dei due terminali dell'interruttore S1 incorporato nel potenziometro di volume R7; l'altro terminale va saldato sul

Il banco di lavoro, che dovrebbe essere di legno, deve possedere in ogni caso una superficie isolante, in modo da scongiurare ogni pericolo di scossa elettrica, che potrebbe essere provocata anche durante l'uso del saldatore.

Pochi componenti mancano ancora al completamento dell'intero piano di cablaggio. Conviene peraltro, di quando in quando, sospendere il lavoro di saldatura per effettuare un controllo sulla esattezza delle connessioni, facendo sempre riferimento allo schema teorico dell'apparecchio radio.

terminale centrale del cambiotensione.

Saldare a massa il terminale bianco uscente dal trasformatore. (Prima della saldatura liberare il terminale dallo smalto con una lametta da barba).

Saldare il conduttore marrone, proveniente dal trasformatore T2, sul piedino 4 dello zoccolo della valvola V5.

Collegare con uno spezzone di filo il terminale 3 dello zoccolo della valvola V5 con il terminale 5 dello zoccolo della valvola V4.

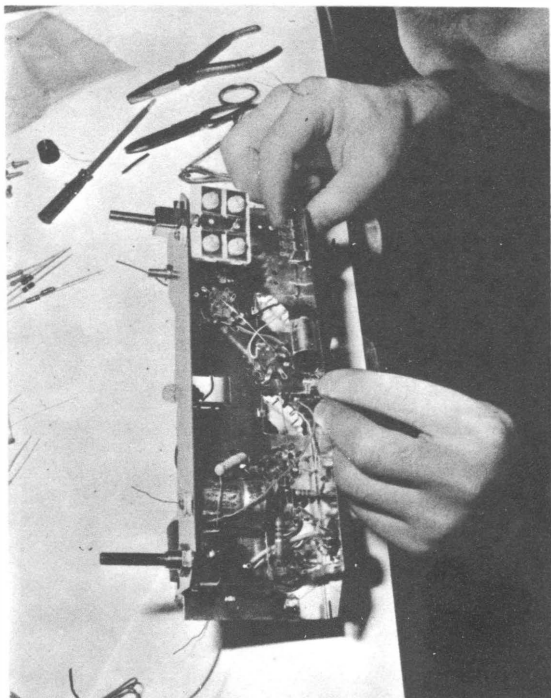
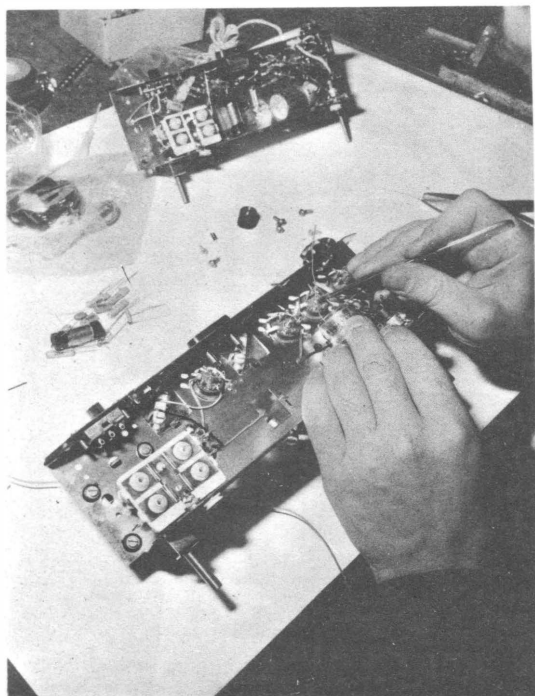
Collegare a massa il piedino 4 dello zoccolo della valvola V4.

Collegare il conduttore verde proveniente dall'autotrasformatore al piedino 4 dello zoccolo della valvola V3 e collegare questo stesso piedino con i piedini 4 degli zoccoli delle valvole V1 e V2.

Collegare il piedino 4 dello zoccolo della valvola V1 con il terminale della lampadina (sullo stagno che appare sul fondo della lampadina).

Con uno spezzone di filo collegare a massa l'altro terminale dell'interruttore S1 incorporato con il potenziometro R7.

Collegamento del trasformatore d'uscita. L'avvolgimento primario si distingue facilmente da quello secondario, che va collegato ai due terminali dell'altoparlante; i conduttori dell'avvolgimento secondario, infatti, sono di filo rigido di rame smaltato, mentre quelli dell'avvolgimento primario sono rappresentati da due con-

Le connessioni al gruppo di alta frequenza e ai terminali del commutatore di gamma rappresentano le ultime operazioni di saldatura dell' apparecchio radio.

duttori flessibili, composti da trecciole di rame sottile; questi ultimi vanno collegati al piedino 6 dello zoccolo della valvola V4 e al piedino 7 dello zoccolo della valvola V5; i due conduttori dell'avvolgimento secondario dovranno essere attorcigliati tra loro, in modo da comporre una trecciola, e fatti passare attraverso l'apposito foro che immette i conduttori nella parte di sopra del telaio; essi verranno collegati all'altoparlante a cablaggio ultimato.

Il cablaggio deve essere completato con i collegamenti sui terminali dei due trasformatori di media frequenza, sui terminali del commutatore per il cambio d'onda e su quelli del gruppo di alta frequenza, secondo il disegno rappresentativo dello schema pratico del ricevitore.

Ultimato il cablaggio si applicheranno tutti i componenti, avendo cura di accorciare i loro terminali e di ripulirli accuratamente prima della saldatura; l'accorciamento dei terminali dei componenti si rende necessario per non creare aggrovigliamenti con i conduttori, che non permetterebbero la « lettura » precisa del circuito in sede di controllo dell'esattezza dei collegamenti.

Avvertenze. Si tenga presente che il condensatore variabile deve essere collegato a massa, altrimenti il ricevitore non funziona. Ciò significa che con un saldatore di una certa potenza si dovrà effet-

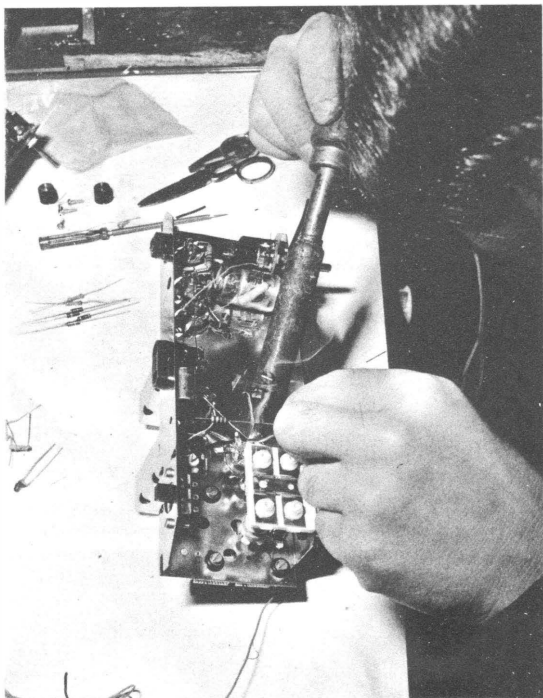
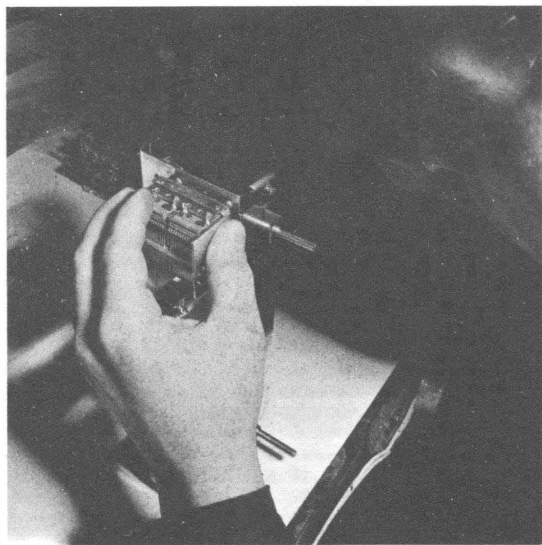
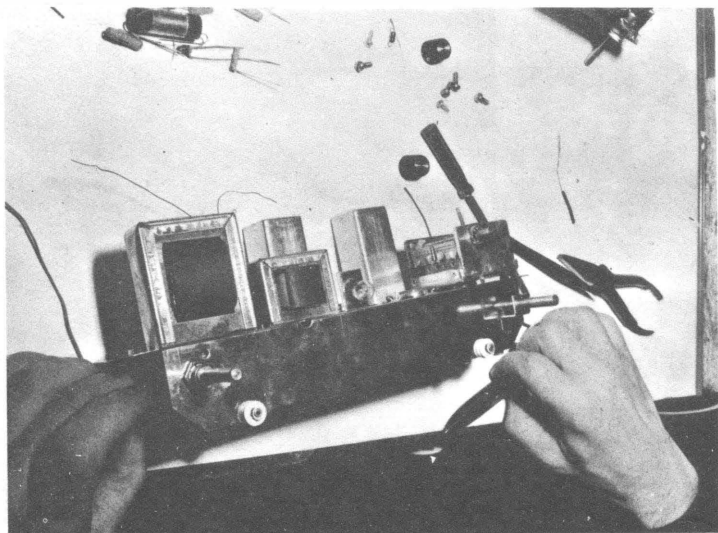
Talvolta la presenza di un modello di ricevitore perfettamente identico, già montato, tarato e funzionante, può essere di grande aiuto durante il lavoro di montaggio.

tuare una buona saldatura in un punto della carcassa metallica del componente, applicando in quel punto uno spezzone di filo di rame di una certa sezione; l'altro capo dello spezzone di filo dovrà essere saldato perfettamente al telaio metallico. Si faccia attenzione nel collegare il condensatore C1 di non far colare lo stagno fino in fondo al terminale che appare nella parte superiore del gruppo A.F., perchè altrimenti si creerebbe un cortocircuito e il ricevitore non funzionerebbe. Il conduttore d'antenna deve essere annodato due o tre volte in prossimità del foro del telaio dal quale viene fatto uscire, in modo di creare un punto di arresto e di evitare che il condensatore C1 venga sottoposto ad eventuali dannose trazioni.

Ricevitore supereterodina a 5 valvole Taratura

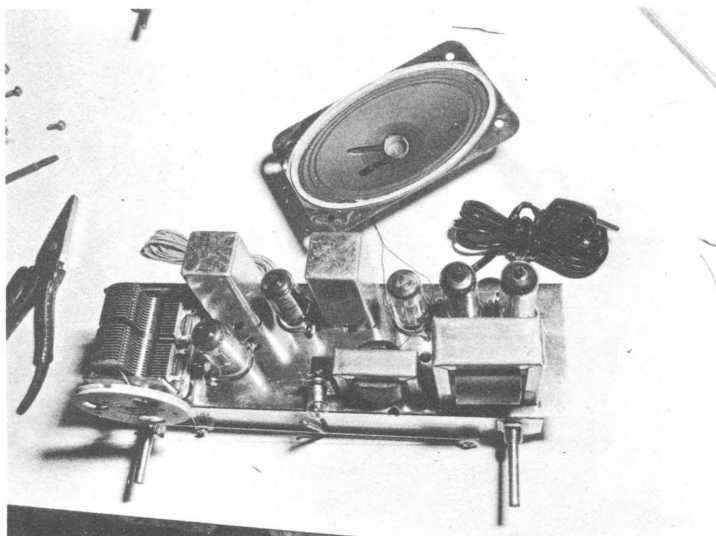
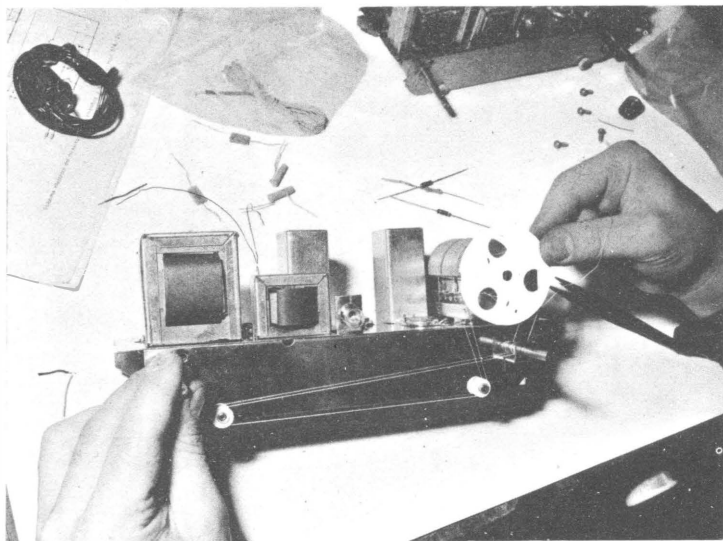
La taratura costituisce l'ultima operazione da farsi, dopo aver completato il montaggio del ricevitore e dopo essersi accertati, schemi alla mano, della precisione dei collegamenti effettuati.

Soltanto dopo questa certezza si potranno infilare le cinque valvole nei rispettivi zoccoli ed accendere il ricevitore. Nel migliore dei casi, ma ciò non capita spesso, si potrà verificare un pronto funzionamento del ricevitore. In caso con-

Le saldature devono essere eseguite a regola d'arte, se non si vuol incorrere nell'insuccesso. La punta del saldatore deve stazionare per qualche secondo sul punto di collegamento.

trario occorre procedere alla taratura dei circuiti accordati prima di decidere se si sono commessi errori.

Per la taratura del ricevitore si possono seguire due metodi: quello con l'oscillatore modulato e quello, empirico, a orecchio, ma che non dà mai risultati perfetti.

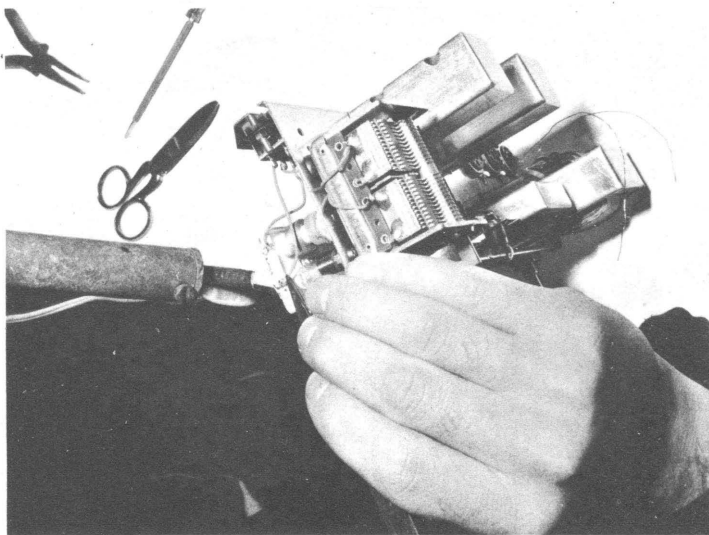
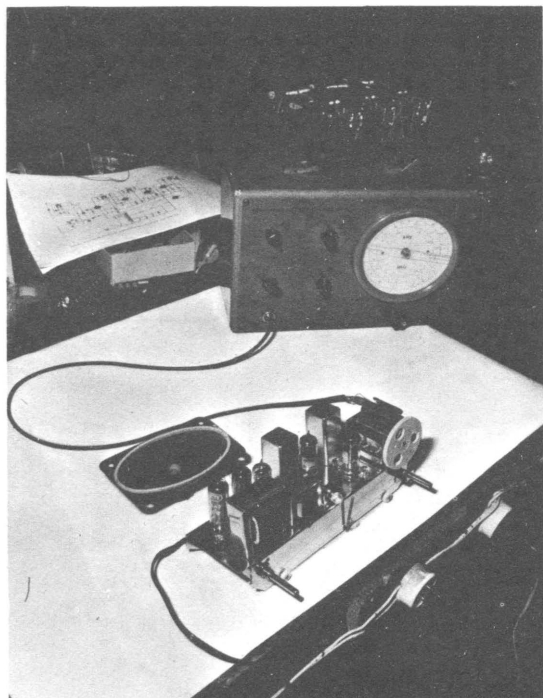
La taratura dell'apparecchio, senza l'impiego dell'oscillatore modulato, si esegue nel seguente modo.

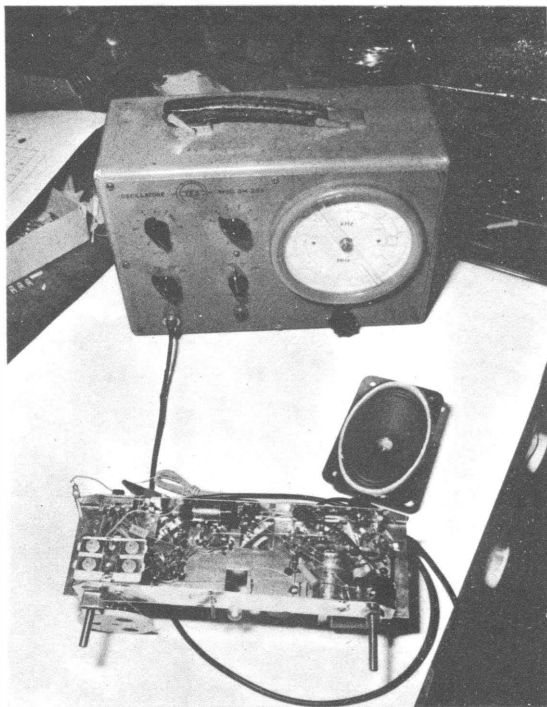
Facendo ruotare la manopola di comando di sintonia si cerca di individuare una emittente molto debole e si regolano i nuclei delle due medie frequenze, cominciando dalla seconda (MF2), fino ad ottenere un ascolto che sia il più potente possibile. L'operazione va ripetuta per due o tre volte. Si tenga presente che quando le medie frequenze sono starate, le emittenti possono apparire sotto forma di un fischio più o meno intenso, accompagnato da rumorosità. In assenza totale di emittenti occorre dunque agire con pazienza sui quattro nuclei delle due medie frequenze, ruotando contemporaneamente il comando di sintonia, fino ad ascoltare un fischio, un rumore o, nel migliore dei casi, una emittente.

Per quanto riguarda il gruppo A.F. si procede così. Si porta la lancetta della scala parlante verso quella estremità della scala dove sono indicate le stazioni che trasmettono sulla lunghezza d'onda

Il condensatore variabile deve essere maneggiato con cautela, per evitare che eventuali urti possano danneggiare il giuoco delle lamine mobili dentro quelle fisse, compromettendo l'intero sistema di isolamento.

L'operatore si sta preparando per il lavoro di applicazione della funicella di trascinamento dell'indice destinato a scorrere lungo la scala parlante.

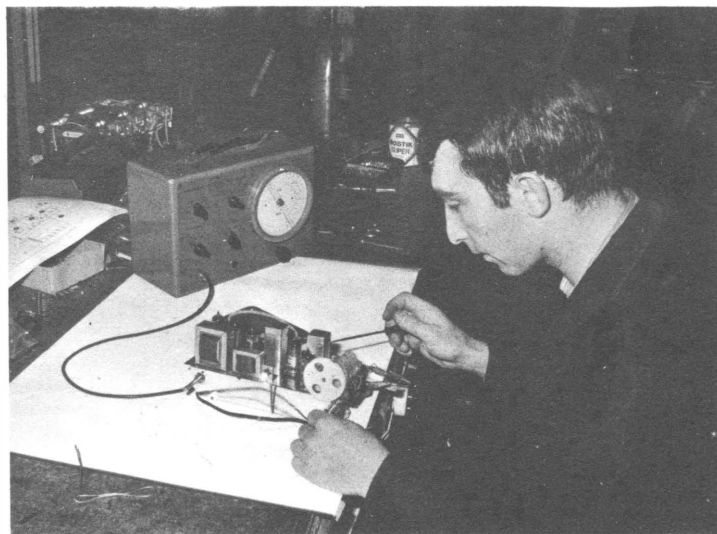
più alta (minima frequenza) facendo corrispondere la lancetta con una emittente italiana nota di cui si conosce il programma trasmesso in quel momento. Si regola il nucleo dell'oscillatore onde medie (1) fino a che si arriva a ricevere l'emittente su cui è stata fermata la lancetta della scala. Si regola quindi il nucleo relativo all'aereo onde medie (4) fino ad ottenere la massima potenza di uscita. Questa stessa operazione si esegue poi portando l'indice della scala del ricevitore verso l'altra estremità della scala stessa, dalla parte delle onde più corte (frequenze alte) sopra l'indicazione di una nota emittente italiana di cui si conosce il programma trasmesso in quel momento. Si agisce dapprima sul compensatore dell'oscillatore onde medie (dado esagonale 1) fino alla ricezione della emittente e poi sul compensatore d'aereo (dado esagonale 4) fino ad ottenere la massima uscita. Con questo stesso ordine le operazioni fin qui elencate vanno ripetute per la gamma onde corte.

Quando si eseguono le saldature di fili flessibili su ancoraggi fissi, i terminali del conduttore debbono essere mantenuti fermi per mezzo di una pinzetta.

Il montaggio della funicella rappresenta un'operazione talvolta difficoltosa, perchè occorre raggiungere una elevata precisione di scorrimento ed una misurata tensione del filo.

Le operazioni di taratura vanno iniziate soltanto dopo aver completato l'intero montaggio e dopo essersi accertati del funzionamento del ricevitore.

Il ricevitore montato, tarato e perfettamente funzionante attende ora le sole operazioni di applicazione del complesso sul mobile contenitore.

La taratura del gruppo di alta frequenza, per mezzo dell'oscillatore modulato, rappresenta l'ultima fase di questo importante processo di messa a punto del ricevitore.

L'oscillatore modulato è uno strumento assolutamente indispensabile per il raggiungimento della messa a punto perfetta del ricevitore radio.

L'operatore sta eseguendo le operazioni di taratura del primo trasformatore di media frequenza, agendo su uno dei due nuclei di ferrite contenuti nel componente.

TARATURA DEI RICEVITORI A VALVOLE

segnali radio, occorre necessariamente eliminare dal treno di semionde positive tutte le componenti di alta frequenza. Tale eliminazione viene ottenuta collegando in parallelo al circuito di rivelazione un condensatore, di capacità relativamente bassa, che permette di mettere in fuga, a massa, le componenti di alta frequenza.

Il condensatore di rivelazione può avere anche un valore molto elevato, dell'ordine dei microfarad, ma si tratta di casi molto rari, che nulla hanno a che vedere con i normali ricevitori radio. Inatti, aumentando notevolmente il valore capacitivo del condensatore di rivelazione, si ottiene una tensione continua che non è assolutamente rappresentativa delle voci e dei suoni, ma che viene usata per inviare gli impulsi necessari per il pilotaggio degli apparati a radiocomando.

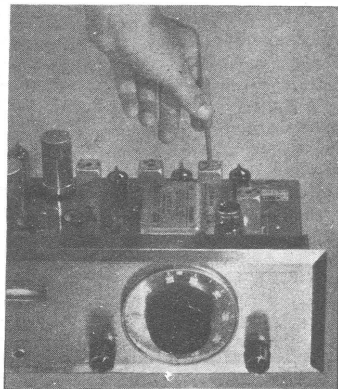
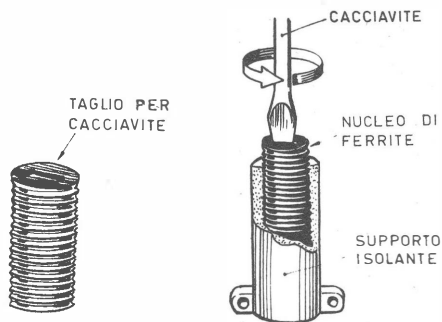
COS'È LA TARATURA

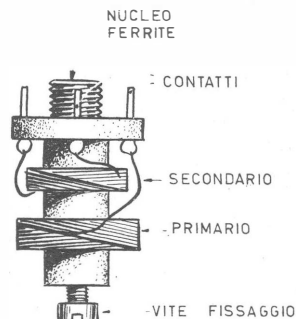
Il radiotecnico dilettante svolge la propria attività all'insegna dell'informazione; ogni nozione acquisita corrisponde ad una risposta ottenuta da chi ne sa di più, da amici e parenti, conoscenti e insegnanti, riviste e libri. Ad ogni fonte di sapere ci si rivolge soltanto per interrogare, e non già per studiare, perchè l'attività dilettantistica rifugge dallo studio, dalla fatica imposta e cerca il divertimento nel lavoro. E in questo modo si impara a collegare il trasformatore di alimentazione, quello d'uscita oppure l'altoparlante; si impara a conoscere il valore capacitivo esatto di un condensatore oppure quello ohmmico di una resistenza; si viene a sapere il numero esatto delle spire che compongono una bobina, aprendo così, con le sole forze della passione e dell'entusiasmo, una via rapida e sicura verso conquiste non accessibili a tutti.

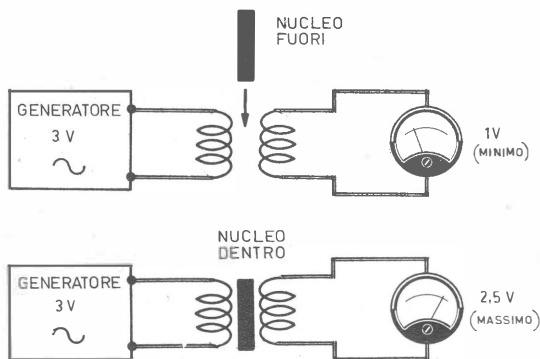
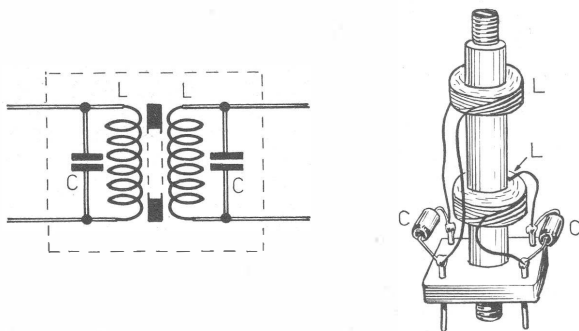
Non sempre, tuttavia, i quesiti posti dal dilettante trovano risposta completa ed immediata. Quando si tratta di argomentare sulla taratura, infatti, ci si sente rispondere con espressioni evasive o, comunque, poco chiare. C'è chi dice che la taratura è un insieme di operazioni molto difficili e realizzabili soltanto da chi ha una completa preparazione professionale. C'è invece chi asserisce che la taratura può essere fatta da chiunque, col solo ausilio del cacciavite o di altri appositi utensili costruiti per questo scopo.

In realtà la taratura è un insieme di operazioni che il costruttore di apparecchi radio deve eseguire per ultime, con lo scopo di ottenere il miglior funzionamento e le massime prestazioni.

Queste operazioni, che taluni ritengono difficilissime, si riducono a ben poca cosa: alla rotazione di alcuni nuclei di ferrite e a quella di alcuni compensatori, che vengono chiamati compensatori di taratura.

Le operazioni di taratura di un apparecchio radio hanno lo scopo di raggiungere il miglior funzionamento e le massime prestazioni radioelettriche.

Nucleo di ferrite, munito di taglio in testa per cacciavite, visto frontalmente.

Il cacciavite permette di introdurre od estrarre il nucleo di ferrite dal supporto isolante.

In questa bobina di alta frequenza il nucleo di ferrite è accessibile dalla parte in cui sono presenti i terminali.

L'azione del nucleo di ferrite può essere praticamente controllata per mezzo di un generatore di bassa tensione alternata e di un voltmetro. Con il nucleo completamente estratto, la tensione segnalata dallo strumento assume il valore minimo; con il nucleo di ferrite completamente introdotto nel supporto si ottiene il massimo trasferimento di energia, da un avvolgimento all'altro, e lo strumento segnala il massimo valore di tensione.

Esempio di trasformatore di media frequenza estratto dal suo contenitore metallico. A sinistra è rappresentato lo schema elettrico, a destra è raffigurato il componente così come esso si presenta nella realtà. Le linee tratteggiate, riportate nello schema elettrico, stanno a simboleggiare la custodia metallica, cioè lo schermo elettromagnetico, entro il quale è allogato il trasformatore.

consiste nell'evitare che i campi magnetici esterni possono indurre piccole tensioni nelle bobine stesse.

Nei trasformatori di media frequenza montati nei ricevitori radio a valvole i nuclei sono in numero di due, mentre nei trasformatori montati nei ricevitori a transistor è contenuto, normalmente, un solo nucleo di ferrite.

I compensatori di taratura

Negli apparecchi radio, oltre che i nuclei di ferrite, sono presenti anche alcuni compensatori, che permettono anch'essi il perfetto allineamento del ricevitore radio. Questi compensatori sono collegati in parallelo alle bobine d'aereo e d'oscillatore e servono, unitamente ai nuclei delle bobine, per l'allineamento delle emittenti sulla scala parlante. I compensatori possono essere di tipo ad aria, a mica, a chiocciola. Il compensatore ad aria riproduce, in miniatura, il normale condensatore variabile ad aria. Il compensatore a mica è composto da due lamine, generalmente di alluminio, separate da un foglietto di mica, che rappresenta il dielettrico. In posizione centrale è applicata una vite che, avvitata o svitata, permette di avvicinare o allontanare tra di loro le due lamine, facendo variare in questo modo il valore capacitivo del compensatore. Normalmente la capacità dei compensatori di tipo a mica varia fra 5 e 40 pF circa.

I compensatori di tipo a chiocciola sono invece composti da due cilindretti metallici, inseriti l'uno dentro l'altro e internamente filettati così da permettere l'avvitamento o lo svitamento dei due cilindretti. La capacità del compensatore aumenta quando i due cilindretti si allontanano tra loro.

Riepilogando si può dire che la taratura degli apparecchi radio si ottiene intervenendo sui nuclei delle bobine e sulle viti dei compensatori.

Attrezzi di taratura

Per agevolare il lavoro di taratura è op-

L'impedenza di alta frequenza J2 permette il passaggio delle semionde di uno stesso nome dei segnali radio, giacchè quelle di nome opposto vengono convogliate a massa dal diodo DG1. Attraverso questo circuito i segnali di bassa frequenza, cioè i segnali rilevati, raggiungono la base del transistor TR1 per essere sottoposti al secondo processo di amplificazione, quello di bassa frequenza. Il condensatore C3 serve per convogliare a massa quella parte di segnali di alta frequenza ancora compresi nei segnali rettificati dal diodo DG1.

Le resistenze R2 ed R3 permettono di polarizzare la base di TR1. Il valore esatto di polarizzazione viene individuato sperimentalmente regolando R3, che è un potenziometro semifisso, in modo da raggiungere il massimo volume sonoro in cuffia.

Ricevitore reflex Montaggio

Il montaggio del ricevitore reflex è assai semplice. Deve essere realizzato in un

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 50 pF
C2 = 350 pF (condens. variabile)
C3 = 15.000 pF
C4 = 500.000 pF - 25 Vl (ceramico)
C5 = 200 pF

Resistenze

R1 = 27.000 ohm
R2 = 300.000 ohm
R3 = 500.000 ohm (potenz. semifisso)
R4 = 33.000 ohm

Varie

TR1 = OC45
DG1 = Diodo al germanio (OA81)
J1 = Impedenza AF (Geloso 557)
J2 = Impedenza AF (Geloso 557)
L1 = Bobina sintonia (vedi testo)
S1 = Interruttore
Pila = 9 V
Cuffia = 2.000 ohm

Il condensatore variabile costituisce uno dei componenti elettronici più importanti di ogni apparecchio radio. Esso permette di sintonizzare il ricevitore sulla emittente voluta per mezzo della rotazione dell'albero di comando.

Il valore capacitivo di ogni condensatore variabile varia col variare della posizione delle lamine mobili rispetto a quelle fisse. La foto qui riprodotta rappresenta un condensatore variabile nella posizione di minimo valore capacitivo.

Ricevitore in reazione
Teoria

Il ricevitore in reazione è certamente quello che, costruito all'insegna della massima economia, offre il maggior grado di sensibilità che permette la ricezione di molte emittenti, anche di quelle più deboli e più lontane. I segnali radio captati dall'antenna pervengono direttamente nel circuito di sintonia, che è composto dalla bobina L1 e dal condensatore variabile C1. La presa intermedia della bobina L1 permette di ricavare il segnale di alta frequenza sintonizzato e di applicarlo, tramite il condensatore C2, alla base del transistor TR1. Questo transistor, che deve essere un componente adatto per l'amplificazione dei segnali di alta frequenza, svolge due compiti contemporaneamente: amplifica i segnali e li rivela.

Sul collettore di TR1 sono presenti le semionde di uno stesso nome dei segnali di alta frequenza amplificati. Queste raggiungono la bobina L2 la quale, essendo accoppiata induttivamente con la bobina L1, ritrasmette i segnali di alta frequenza nel circuito di sintonia. Pertanto, nel circuito L1 - C1 è presente, per la seconda volta, lo stesso segnale iniziale ma amplificato. Questo segnale riprende la via del condensatore C2 e viene nuovamente applicato alla base del transistor TR1, che provvede ad un secondo lavoro di amplificazione dello stesso segnale. Il ciclo di amplificazione si ripete così all'infinito, almeno teoricamente, apportando al circuito del ricevitore un notevole grado di sensibilità. Il potenziometro, collegato in serie al circuito di emittore, permette di regolare il valore della corrente di emittore e in questo modo si riesce a contenere entro limiti accettabili per l'ascolto il numero delle successive amplificazioni. Se queste infatti fossero oltremodo numerose, nella cuffia non si udrebbero più le voci e i suoni contenuti nei segnali radio captati dall'antenna, ma si ascolterebbe soltanto un fischio acutissimo.

La resistenza R1 permette di polarizzare nella giusta misura la base del transistor TR1. Il condensatore C3 permette di convogliare a massa la parte di segnali di alta frequenza contenuta nelle semionde amplificate di uno stesso nome dei segnali di alta frequenza. La cuffia telefonica funge contemporaneamente da elemento di carico di collettore e da elemento trasduttore acustico. L'interruttore S1 permette di chiudere ed aprire il circuito di alimentazione pilotato dalla pila a 4,5 V.

Ricevitore in reazione
Montaggio

Il montaggio del ricevitore in reazione deve essere realizzato in un contenitore metallico, con lo scopo di evitare che l'alta frequenza amplificata possa arrecare disturbi notevoli nei ricevitori radio funzionanti in prossimità del ricevitore in reazione.

L'antenna di ferrite è composta di due avvolgimenti. Per l'avvolgimento primario L1 occorrono 65 spire compatte di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm.; la presa intermedia, quella che permette di prelevare il segnale di alta frequenza sintonizzato nel circuito L1 - C1, deve essere ricavata alla nona spira. L'avvolgimento L2, che costituisce la bobina di reazione, è composto di 15 spire compatte dello stesso tipo di filo. Gli avvolgimenti vengono realizzati su un nucleo di ferrite di dimensioni standard (8 x 140 mm.). Il bastoncino di ferrite deve essere di forma cilindrica. La bobina L2, contrariamente a quanto avviene per la bobina L1, dovrà essere avvolta su un cilindretto di cartone da rendersi scorrevole lungo l'asse della ferrite. In sede di taratura la bobina L2 verrà avvicinata o allontanata dalla bobina L1, in modo da individuare sperimentalmente la posizione per la quale la resa del ricevitore risulta ottima. Sempre in sede di taratura si interverrà sul potenziometro R2, ruotando il perno in modo da eliminare il fischio caratteristico della reazione e rendere possibile l'ascolto. Il potenziometro R2 verrà regolato immediatamente prima del punto in cui si sente ancora il fischio della reazione.

Le dimensioni di ogni banco di lavoro per radiotecnici variano col variare dell'indirizzo professionale. Quelle riportate nel disegno si riferiscono alla costruzione di un banco per dilettanti.

La lampada a gomito flessibile rappresenta un utensile molto utile in ogni laboratorio, perchè consente di indirizzare i raggi luminosi direttamente sull'apparecchiatura in esame.

Utensili necessari per lo svolgimento del lavoro nel radiolaboratorio: serie di tre cacciaviti di diverse dimensioni, pinza a becchi lunghi ricurvi, pinza a becchi lunghi, tronchesino e pinza universale.

Per esaltare il più possibile la sensibilità del ricevitore in reazione è necessaria l'antenna esterna, che verrà realizzata prendendo lo spunto da questo disegno.

Per questo tipo di ricevitore radio è necessaria l'antenna esterna, che verrà realizzata prendendo spunto dal disegno riportato a pagina 162.

La lunghezza dell'antenna dovrà essere di 10 metri circa. Essa è ottenuta con trecciola di rame, tesa fra due coppie di isolatori di porcellana, in modo da garantire un perfetto isolamento del componente. La discesa di antenna, applicata in prossimità di una delle due estremità dell'antenna vera e propria, deve essere realizzata con lo stesso tipo di filo, collegando in serie un compensatore della capacità massima di 80 pF. Questo compensatore verrà regolato durante l'ascolto, in modo da ottenere un perfetto accoppiamento fra il circuito di antenna e quello di entrata del ricevitore. In pratica si noterà che, intervenendo sul compensatore d'aereo, si riuscirà ad aumentare la potenza sonora e la chiarezza di ricezione.

Ricevitore a rivel. di griglia
Teoria

Questo ricevitore ad una sola valvola, funzionante con alimentazione derivata dalla rete-luce, può considerarsi il più semplice apparecchio radio ad una valvola.

Alla pagina seguente è presentato il circuito teorico del ricevitore monovalvolare con rivelazione di griglia. Qui, a sinistra, è invece riprodotto il piano di cablaggio visto nella parte di sotto del telaio metallico, sul quale si realizza l'intero montaggio dell'apparecchio radio.

valvole amplificatrici. Se per questo tipo di misure si facesse uso del tester, i dati di lettura risulterebbero inesatti, poichè il tester presenta una bassa resistenza ed assorbe, di conseguenza, una corrente relativamente notevole.

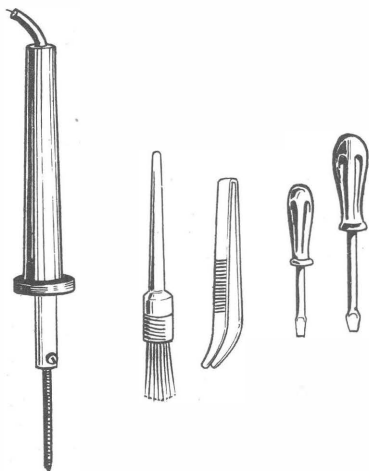
Con il voltmetro elettronico si possono effettuare anche misure di tensioni impulsive. L'unico inconveniente che si può attribuire al voltmetro elettronico è quello di non essere predisposto per la misura delle correnti.

Il signal tracer serve sia per l'allineamento dei ricevitori radio, sia per la localizzazione dei guasti che possono verificarsi nei vari stadi. Esso è composto di uno o più stadi di amplificazione a bassa frequenza, preceduti da uno stadio rivelatore.

Il signal tracer non si rivela indispensabile per la taratura degli apparecchi radio, mentre diviene utilissimo per la ricerca dei guasti e l'individuazione degli stadi difettosi.

L'oscillatore modulato, invece, è uno strumento indispensabile nel laboratorio professionale e dilettantistico, perchè con esso è possibile raggiungere la perfetta taratura di qualsiasi radioapparato. E' pur vero che l'allineamento di un apparecchio radio può essere effettuato anche ad orecchio, ma si tratta sempre di un procedimento empirico, che nulla ha a che vedere con i risultati rigorosamente esatti ottenuti con l'oscillatore modulato.

L'oscillatore modulato è da ritenersi indispensabile per il perfetto allineamento delle bobine di media frequenza e di quelle contenute nel gruppo di alta frequenza. Le bobine di media frequenza sono racchiuse in contenitori metallici e sono sempre presenti in tutti i ricevitori a circuito supereterodina; il gruppo di alta frequenza è quel componente, in parte meccanico e in parte elettronico, che si trova all'entrata dell'apparecchio radio, subito dopo il conduttore di entrata di antenna.

L'allineamento è ottenuto in virtù della produzione, da parte dell'oscillatore modulato, di un segnale che sostituisce perfettamente quello irradiato da un normale

Il saldatore a punta, il pennello, la pinzetta a molla, i cacciaviti di piccole dimensioni, sono utensili molto utili nel caso di intervento sugli apparati a circuito transistorizzato.

I cacciaviti per la taratura debbono essere perfettamente isolati; nella maggior parte dei casi il metallo è quasi completamente assente.

Questa bobina, realizzata su nucleo di ferrite e composta di 80 spire, serve per comporre il circuito di sintonia del ricevitore monovalvolare con rivelazione di griglia.

I segnali radio, captati dall'antenna, vengono applicati al circuito di sintonia composto dall'antenna di ferrite L1 e dal condensatore variabile C2. Il segnale sintonizzato viene applicato, tramite il condensatore C3, alla griglia controllo della valvola V1, che è di tipo 6AT6. Questa valvola, che è un triodo-doppio diodo, vien fatta funzionare in veste di triodo soltanto, giacchè le due placchette, che fanno capo ai piedini 5-6 dello zoccolo, sono collegate entrambe a massa. I segnali di alta frequenza vengono rivelati nel circuito composto dalla griglia controllo e dal catodo. La tensione rivelata dei segnali radio è misurabile sui due terminali della resistenza R1, che rappresenta appunto la resistenza di rivelazione.

I segnali amplificati vengono prelevati dalla placca della valvola ed applicati alla cuffia telefonica. Il condensatore C4 serve per mettere in fuga, a massa, quelle tracce di segnali di alta frequenza ancora contenute nel segnale di bassa frequenza amplificato.

L'elemento di carico anodico della valvola V1 è rappresentato dalla cuffia telefonica, che si comporta come l'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita montato nei normali ricevitori radio di tipo commerciale. Dunque, la cuffia adempie a due funzioni diverse: a quella di elemento di carico e a quella di trasduttore acustico.

Il trasformatore di alimentazione T1, che deve avere una potenza di 30-40 watt, deve essere dotato di avvolgimento primario universale, cioè adatto a tutte le tensioni di rete e di due avvolgimenti secondari. L'avvolgimento secondario a 125 volt serve ad alimentare il circuito anodico della valvola V1, mentre l'avvolgimento secondario a 6,3 volt serve per il circuito di accensione del filamento della valvola.

La tensione alternata a 125 volt viene raddrizzata dall'elemento RS1, che è un raddrizzatore al selenio per tensione a 130 volt e adatto a sopportare una corrente massima di 50 mA. La corrente a valle del raddrizzatore RS1 è soltanto una corrente rettificata, che viene resa continua per mezzo della cellula di filtro composta dalla resistenza R2 e dai due condensatori elettrolitici C5-C6. Il condensatore C7 costituisce il classico condensatore di rete, collegato fra una delle due fasi di rete luce e la massa del telaio; esso serve per scaricare a massa eventuali frequenze dannose introdottesi nei conduttori di rete.

L'interruttore S1, collegato in serie ad uno dei due conduttori che compongono il cordone di alimentazione, permette di accendere e spegnere a piacere l'intero circuito.

Ricevitore a rivel. di griglia
Montaggio

La realizzazione pratica del ricevitore monovalvolare è ottenuta su telaio metallico, che funge da supporto per i vari componenti e da conduttore unico della linea di massa.

Sulla parte superiore del telaio risultano applicati: il trasformatore di alimentazione T1, la valvola V1 e il condensatore elettrolitico doppio C5-C6. Tutti gli altri componenti risultano montati nella parte di sotto del telaio, secondo il piano di cablaggio rappresentato a pagina 162.

INTAGLIO
BUONO

Quando non si usano cacciaviti aventi una lama di larghezza pari a quella dell'intaglio praticato sul nucleo di ferrite, si può sempre incorrere nella rottura dell'intaglio stesso.

dell'oscillatore modulato, sono in numero di quattro:

1°) L'oscillatore ad alta frequenza.

2°) Il modulatore od oscillatore a bassa frequenza.

3°) L'attenuatore.

4°) L'alimentatore.

L'oscillatore ad alta frequenza è pilotato da una valvola triodo o da un pentodo montato in un circuito oscillante di tipo classico. La frequenza delle oscillazioni è fissata da una serie di bobine che vengono inserite nel circuito mediante un commutatore accessibile dall'esterno; tale commutatore è comandato dalla manopola del cambio-gamma, che è presente sul pannello anteriore dello strumento.

Il numero delle gamme selezionabili varia da quattro a sei, ma ciò dipende dal tipo di oscillatore modulato. Generalmente l'oscillatore può coprire una gamma di frequenze compresa fra i 140 KHz e i 50 MHz: si tratta dei modelli adatti per la taratura di ricevitori radio ad onde medie e corte. L'estensione di gamma passa dai 140 KHz ai 140 MHz circa per i modelli destinati anche alla taratura degli apparecchi radio a modulazione di frequenza.

Nel gruppo oscillatore ad alta frequenza esiste sempre un condensatore variabile, da 500 pF, accessibile dall'esterno per mezzo di una manopola; tale condensatore permette di ottenere una variazione della frequenza in una delle molteplici gamme dell'oscillatore stesso.

Il modulatore, cioè l'oscillatore di bassa frequenza, è in grado di produrre una nota acustica, che si aggira intorno ai 1.000

Il cercafase, quello normalmente usato dagli elettricisti, è un utensile assai utile anche nel radiolaboratorio. Esso permette di indicare con immediatezza se il telaio di un apparecchio radio è in contatto con una delle due fasi della tensione di rete.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 50 pF
C2-C9 = 450 + 450 pF (condens. variab. doppio)
C3 = 30 pF (compensatore)
C4 = 150 pF
C5 = 250 pF
C6 = 15.000 pF
C7 = 50 pF
C8 = 250 pF
C9 = vedi C2
C10 = 30 pF (compensatore)
C11 = 100.000 pF
C12 = 32 μF - 250 Vl (elettrolitico)
C13 = 32 μF - 250 Vl (elettrolitico)
C14 = 5.000 pF

Resistenze

R1 = 100.000 ohm
R2 = 50.000 ohm
R3 = 500.000 ohm (potenz. a variaz. log.)
R4 = 50.000 ohm - 1 watt (potenz. semi-fisso)
R5 = 50.000 ohm
R6 = 2.200 ohm - 1 watt

Varie

V1 = EBF89
L1-L2 = bobine sintonia (Corbetta CS2)
T1 = trasf. d'alimentaz. (30-40 watt)
RS1 = raddrizz. al selenio (130 V - 50 mA)
S1 = interruttore

Alla pagina seguente è rappresentato l'intero circuito teorico del ricevitore monovalvolare di tipo reflex, alimentato con la tensione di rete-luce. Qui sotto è invece riportato il piano di cablaggio del ricevitore, visto nella parte di sotto del telaio metallico. Si noti la presenza della sbarra metallica, in funzione di schermo, fra lo stadio di alta frequenza e la rimanente parte del circuito.

Gruppo di strumenti necessari per effettuare ogni tipo di controllo e allineamento sulle apparecchiature radioelettriche. La qualità e l'entità degli strumenti è sempre condizionata al tipo di radiolaboratorio in cui essi vengono usati. Per il dilettante divengono indispensabili lo oscillatore modulato e il tester.

1.000 ohm circa e di alcuni watt di potenza.

L'attenuatore altro non è che un potenziometro il quale, a seconda della posizione attribuita alla manopola di comando, permette di prelevare in uscita una parte o tutta la tensione che lo strumento stesso può fornire.

Taratura di un ricevitore a valvole

Per la taratura di un apparecchio radio a valvole, a circuito supereterodina, adatto per l'ascolto delle onde medie e delle onde corte, può essere sufficiente l'uso di due soli strumenti: il tester in funzione di voltmetro e l'oscillatore modulato.

Il tester, commutato nella posizione « volt c.a. », è da utilizzarsi per la misura di tensioni alternate nella posizione 10 volt fondo-scala; esso serve per la misura delle tensioni di uscita presenti sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore di uscita, là dove si collega l'altoparlante.

In pratica, poichè il voltmetro deve rimanere collegato all'avvolgimento secondario del trasformatore di uscita per tutto il tempo necessario ad effettuare l'allineamento, è opportuno fissare i puntali dello strumento con due gocce di stagno, oppure, non volendo intervenire sui puntali, realizzare un collegamento con pinzette a bocca di coccodrillo.

Per effettuare un allineamento perfetto occorre procedere con molto ordine. Sul banco di lavoro dovranno essere presenti: il ricevitore in esame, al centro, l'oscillatore modulato, a sinistra, il tester, a destra. E' inoltre buona norma conservare a portata di mano una pinza a becchi lunghi e i cacciaviti di plastica antinduttivi.

Le operazioni di taratura prendono l'avvio dai trasformatori di media frequenza.

Taratura delle medie frequenze

Prima di iniziare le operazioni vere e proprie di taratura dei trasformatori di media frequenza, occorre eseguire una serie di interventi con lo scopo di evitare spiacevoli errori che comporterebbero una inutile perdita di tempo.

Pertanto, dopo essersi accertati che il cambiotensione dell'oscillatore modulato e dell'apparecchio radio in esame risulti

re deve essere realizzato seguendo il piano di cablaggio di pagina 166 e servendosi di un telaio metallico con funzioni di supporto e conduttore unico del circuito di massa.

Nella parte di sotto del telaio occorre inserire uno schermo elettromagnetico, così come indicato nel disegno, in modo da separare tra loro i circuiti amplificatori di alta frequenza dai circuiti amplificatori di bassa frequenza. Questi schermi sono costituiti da lamierini metallici, intimamente connessi con il telaio del ricevitore. La necessità dell'applicazione di tali schermi è imposta dal pericolo di interferenze fra i segnali di alta e di bassa frequenza, che potrebbero manifestarsi per mezzo di fischi od inneschi attraverso l'altoparlante.

Nella parte superiore del telaio sono applicati: il condensatore variabile doppio C2-C9, il trasformatore di alimentazione T1, la valvola V1 e il condensatore elettrolitico doppio C12-C13. Tutti gli altri componenti elettrolitici risultano montati nella parte di sotto del telaio.

Si tenga presente che la presa di cuffia dovrà risultare ben isolata, tenendo conto che su questa presa è applicata la tensione anodica.

A montaggio ultimato, questo ricevitore richiede un certo intervento per la messa a punto e taratura. Il procedimento, in questo caso, è il seguente. Si comincia col sintonizzare il ricevitore su una emittente radiofonica abbastanza potente, dalla parte delle frequenze più elevate, cioè con il condensatore variabile ruotato verso l'apertura completa. Ottenuta questa condizione, si interviene sui compensatori C3 e C10, ruotandoli in modo da raggiungere la massima resa. Successivamente, si sintonizza il ricevitore su una emittente di notevole potenza dalla parte delle frequenze più basse, cioè con il condensatore variabile ruotato verso la chiusura, con le lamine mobili quasi completamente introdotte tra quelle fisse; questa volta si agisce sui nuclei delle bobine L1 ed L2, facendoli ruotare in modo da ottenere la massima resa. Queste due importanti operazioni

Piano di cablaggio del ricevitore bivalvolare con circuito a reazione. Il controllo della reazione è ottenuto per mezzo del potenziometro R5, con il quale si riesce a limitare il numero successivo delle amplificazioni dei segnali di alta frequenza.

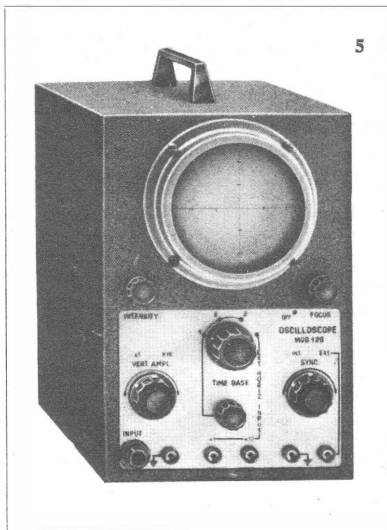
COMPONENTI

Condensatori
C1 = 150 pF
C2 = 500 pF (condens. variabile)
C3 = 150 pF
C4 = 50.000 pF
C5 = 10.000 pF
C6 = 1.500 pF
C7 = 50.000 pF

Circuito teorico del ricevitore bivalvolare a reazione. L'aggiunta della valvola amplificatrice di bassa frequenza V2 esalta ancor più la sensibilità del ricevitore.

4

5

4 *Il generatore di segnali FM consente ai tecnici di effettuare tutte le operazioni di taratura degli apparecchi radio a modulazione di frequenza. Quello rappresentato in alto, a destra, è di produzione nazionale e pesa 4.150 grammi. E' alimentato con tensione alternata a 220 volt.*

5 *Oscilloscopio di tipo economico e di produzione nazionale. Monta un tubo a raggi catodici DG 7/32 Philips (7 cm) a media persistenza, con reticolo suddiviso in cm².*
Il peso dello strumento è di 4 kg.

6
Lo strumento qui raffigurato, sulla destra, è di produzione americana e viene adoperato in laboratori industriali. Esso genera segnali stereo a modulazione di frequenza e permette l'allineamento di circuiti a radiofrequenza, a frequenza intermedia e a modulazione di frequenza.

6

vanno ripetute più volte, sintonizzando alternativamente il ricevitore radio su emittenti sempre più deboli ma comprese nei tratti estremi della gamma.

Il potenziometro semifisso R4 verrà regolato per ultimo, dopo aver sintonizzato il ricevitore su una qualsiasi emittente di debole potenza, facendo in modo di ottenere la massima resa.

Il potenziometro di volume R4, durante le operazioni di taratura, deve essere regolato al valore di massima potenza sonora.

L'avvolgimento della bobina di sintonia è composto di 95 spire; quello della bobina di reazione è composto di sole 19 spire. I due avvolgimenti risultano distanziati tra di loro di 5 mm.

Ricevitore bivalvolare a reazione Teoria

Aggiungendo una valvola amplificatrice di bassa frequenza al classico ricevitore a reazione monovalvolare, si ottiene un apparecchio radio estremamente sensibile e di ottime prestazioni. Con l'alimentazione derivata dalla rete luce si ottiene inoltre un apparato funzionale, duraturo, di facile trasportabilità.

La teoria che regola il principio di funzionamento di questo ricevitore è sempre quella che sta alla base dei circuiti reattivi pilotati a valvola.

I segnali radio, captati dall'antenna, vengono applicati, tramite il condensatore di accoppiamento C1, ad una presa intermedia della bobina di sintonia L1. Manovrando il condensatore variabile C2, il ricevitore viene sintonizzato sulla emittente che si vuol ricevere. I segnali radio di alta frequenza risultano poi applicati, tramite il condensatore di accoppiamento C3, alla griglia controllo della valvola amplificatrice di alta frequenza e rivelatrice V1. I segnali di alta frequenza, uscenti dalla placca della valvola, raggiungono la bobina di reazione L2 e da questa, in virtù del fenomeno di induzione elettromagnetica, si trasferiscono nuovamente sulla bobina di sintonia L1 e, conseguentemente, sulla griglia controllo della valvola V1 per essere sottoposti ad un secondo ciclo di amplificazione. Regolando la tensione di griglia schermo della valvola, per mezzo del potenziometro R5, si riesce a limitare il numero successivo delle amplificazioni dei segnali di alta frequenza, costringendo il ricevitore a funzionare al limite della soglia di ascolto, cioè poco prima dell'insorgere del fischio caratteristico della reazione, che rifletterebbe una serie infinita, almeno teoricamente, di successive amplificazioni dei segnali di alta frequenza.

Nella stessa valvola V1 si verifica anche il processo di rivelazione dei segnali radio i quali producono la tensione caratteristica della bassa frequenza che viene raccolta dal cursore del potenziometro R2 ed inviata, tramite il condensatore di accoppiamento C5, allo stadio amplificatore di bassa frequenza pilotato dal triodo V2. Pertanto, regolando il potenziometro R5 si ottiene un preciso controllo della reazione, mentre controllando il potenziometro R2 si ottiene la voluta regolazione della potenza sonora di ascolto.

La valvola V1 è di tipo 6AU6, mentre la valvola V2 è di tipo 6AT6; questa seconda valvola che per costruzione sarebbe un triodo-doppio diodo, viene montata nel circuito in funzione di triodo amplificatore di bassa frequenza, giacchè le due placchette vengono collegate tra loro e a massa, risultando quindi inutilizzate.

I segnali di bassa frequenza amplificati vengono raccolti sulla placca della valvola V2 ed inviati, tramite il condensatore di

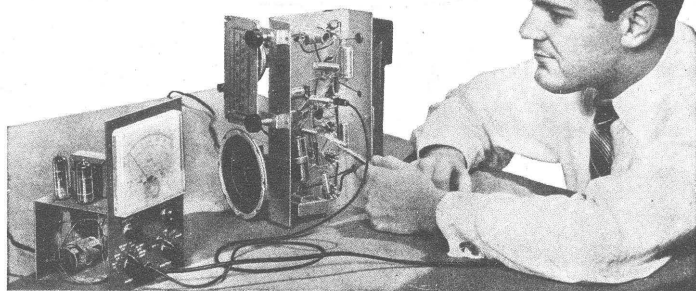
ci si serve delle pinze a becchi lunghi del saldatore, che deve essere molto caldo. Successivamente occorre collegare un condensatore da 10.000 pF circa sul piedino della valvola amplificatrice di media frequenza sul quale è stato interrotto il collegamento. Sul terminale libero del condensatore si collega il cavo proveniente dall'oscillatore modulato e si effettua l'allineamento della media frequenza.

Il conduttore proveniente dall'oscillatore modulato è rappresentato da un cavo coassiale, composto da un conduttore centrale, chiamato in gergo radiotecnico « conduttore caldo », e da una calza metallica esterna, che che deve essere collegata al telaio metallico dell'apparecchio radio. Dunque, il conduttore caldo va collegato al condensatore, mentre la calza metallica deve essere saldamente fissata al telaio dell'apparecchio radio.

Occorre ora regolare l'oscillatore modulato sul valore di frequenza stabilito dalla casa costruttrice dell'apparecchio radio e che, generalmente, viene indicato sugli schemi elettrici commerciali o su una targhetta sistemata nella parte posteriore dell'apparecchio radio. In ogni caso il valore di frequenza si aggira fra i 450 e i 470 KHz.

Una volta conosciuto tale valore, si com-

altoparlante
volume
sonda

Il signal-tracing, pur non rivelandosi uno strumento indispensabile per la taratura degli apparecchi radio, si rivela assai utile durante le operazioni di ricerca di guasti e difetti.

Il radioriparatore che fa impiego del voltmetro elettronico è in grado di procedere con la massima sicurezza di analisi durante il lavoro di ricerca di un guasto o di uno stadio difettoso.

COMPONENTI

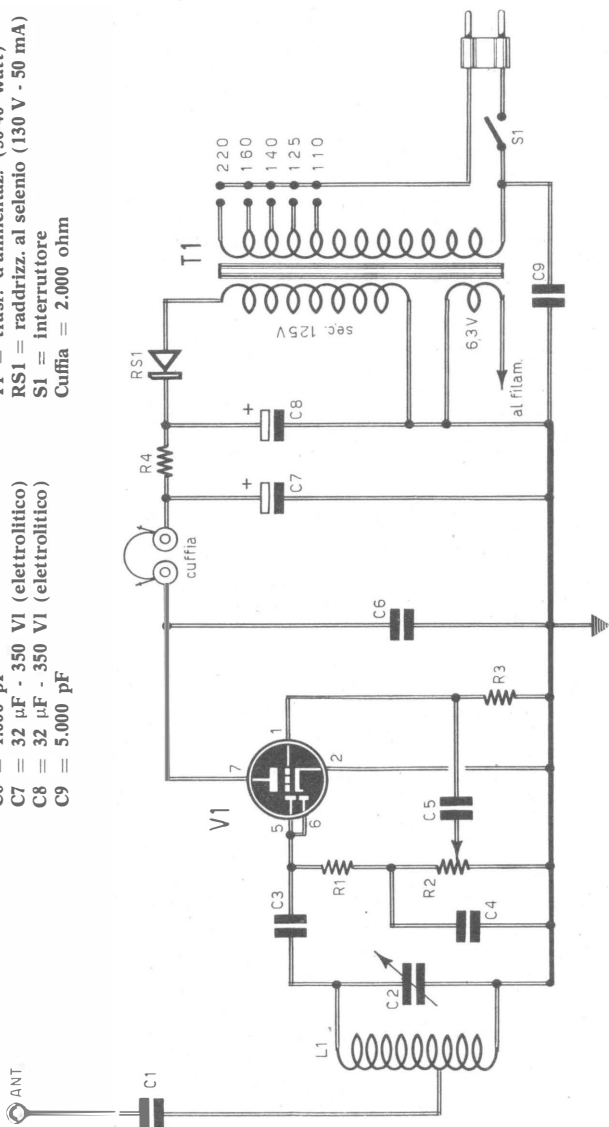
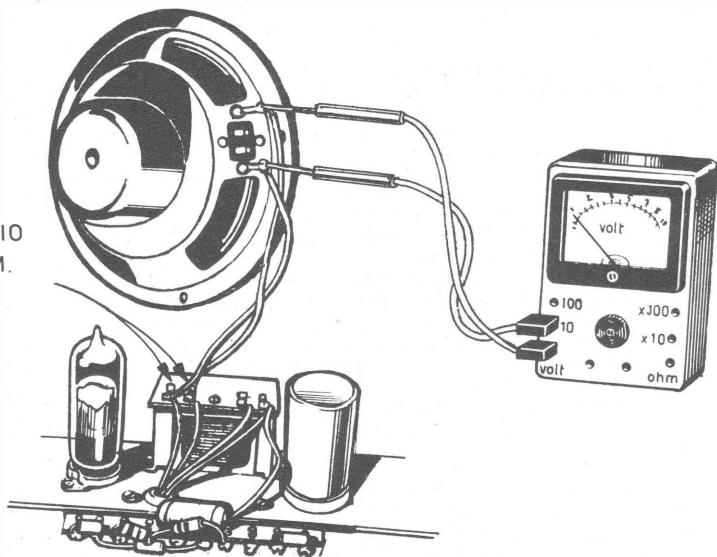
Condensatori

C1 = 1.000 pF
C2 = 500 pF (cond. variabile ad aria)
C3 = 150 pF
C4 = 250 pF
C5 = 5.000 pF
C6 = 1.000 pF
C7 = 32 μF - 350 Vl (elettrolitico)
C8 = 32 μF - 350 Vl (elettrolitico)
C9 = 5.000 pF

Resistenze

R1 = 50.000 ohm
R2 = 500.000 ohm (potenz. a variaz. log.)
R3 = 10 megaohm
R4 = 2.600 ohm - 1 watt

Varie

V1 = 6AT6
T1 = trasf. d'alimentaz. (30-40 watt)
RS1 = raddrizz. al selenio (130 V - 50 mA)
S1 = interruttore
Cuffia = 2.000 ohm

Il tester, commutato nella portata 10 volt, permette di misurare la tensione presente sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore di uscita o, il che è lo stesso, sui terminali della bobina mobile dell'altoparlante.

viazione dell'indice del tester a fondo-scala. Si tratta dunque di ritoccare nuovamente i due nuclei per poter quindi procedere al loro definitivo fissaggio per mezzo di alcune gocce di cera fatte colare da una candela accesa.

Il procedimentc di allineamento del primo trasformatore di media frequenza è analogo a quello ora descritto, anche se è necessario introdurre alcune varianti. Infatti, occorre interrompere ogni collegamento alla griglia della valvola convertitrice, con lo scopo di evitare interferenze ed allineamenti errati. Ottenuta questa condizione si provvede a collegare un condensatore da 10.000 pF circa alla griglia controllo dell'oscillatore, poi si collega l'oscillatore modulato al condensatore e si abbassa il valore della tensione fornita dallo strumento, ruotando di 70° la manopola dell'attenuatore in senso antiorario: la manopola del potenziometro che regola la tensione di uscita deve trovarsi ad un quarto circa della sua corsa. Tale operazione è necessaria perchè il segnale applicato al primo trasformatore di media frequenza ha un valore superiore a quello fornito dall'oscillatore modulato, semplicemente perchè amplificato dalla valvola.

Anche in questo caso si comincia con la rotazione del nucleo di ferrite sistemato nella parte inferiore, osservando l'indice

sentano la presa di cuffia. Sulla parte anteriore sono applicati: l'interruttore S1, il comando di sintonia e quello di volume.

Sulla parte superiore del telaio sono applicati: il trasformatore di alimentazione T1, il condensatore elettrolitico doppio a vitone C7-C8 e la valvola V1; tutti gli altri componenti elettronici risultano applicati nella parte di sotto del telaio metallico, che rappresenta il conduttore unico di massa.

La bobina di sintonia L1 è avvolta su cilindro di cartone bachelizzato del diametro di 20 mm. Su di esso risultano avvolte 95 spire compatte di filo di rame smaltato del diametro di 0,3 mm. con una presa intermedia alla trentesima spira.

Per questo tipo di ricevitore non si rende necessario alcun intervento di taratura o messa a punto. Esso deve funzionare immediatamente a montaggio ultimato. All'utente rimangono soltanto i controlli manuali di sintonia, di volume e di accensione del circuito.

Ricevitore con reazione di emittore
Teoria

Il progetto del ricevitore rappresentato a pag. 174 è di una semplicità estrema, pur vantando doti di sensibilità di ricezione. Il circuito reattivo composto sull'emittore del transistor TR1, infatti, permette di spingere in misura elevata ,il processo di amplificazione dei segnali di alta frequenza.

COMPONENTI

Condensatori
C1 = 350 pF (condens. variabile)
C2 = 5.000 pF
C3 = 4.500 pF
C4 = 1.500 pF

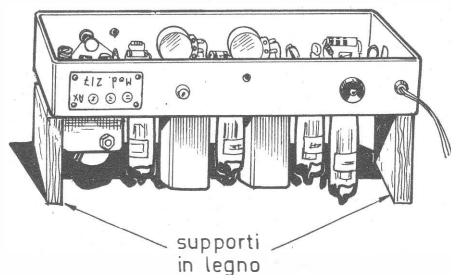
Resistenze
R1 = 22.000 ohm
R2 = 5.000 ohm (potenziometro)

Varie
TR1 = OC44 (OC45)
L1 = bobina sintonia e reazione (vedi testo)
S1 = interruttore
Pila = 4,5 volt
Cuffia = 2.000 ohm

de corte. La commutazione delle due coppie di bobine può avvenire per mezzo di un normale commutatore oppure per mezzo del commutatore incorporato nel gruppo di alta frequenza; in questo componente, infatti, è presente un perno, al quale viene applicata la manopola del cambio d'onda, che permette di passare dall'ascolto di una gamma a quello dell'altra semplicemente intervenendo sulla manopola stessa.

Sul gruppo di alta frequenza sono anche presenti le viti di regolazione dei compensatori e i fori nei quali sono inseriti i nuclei di ferrite. L'allineamento della sezione di alta frequenza dell'apparecchio radio si ottiene intervenendo su questi elementi. Anche in questo caso le operazioni di taratura si eseguono con l'uso del tester collegato sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore d'uscita e, ovviamente, con l'impiego dell'oscillatore modulato.

Il conduttore uscente dall'oscillatore modulato va collegato alla presa di antenna del ricevitore, fissando al telaio la calza metallica del cavo schermato.

Questa seconda parte delle operazioni di taratura di un ricevitore radio a circuito supereterodina si effettua immediatamente dopo aver tarato i trasformatori di media frequenza, e dopo aver ristabilito i collegamenti appositamente interrotti per l'intervento corretto sui trasformatori di media frequenza. Queste nuove regolazioni prendono il nome di allineamento

L'applicazione temporanea, al telaio dell'apparecchio radio, di due sopporti di legno, permette di evitare, durante le operazioni di riparazione o taratura, di danneggiare il condensatore variabile o le valvole elettroniche.

Quasi sempre, nei ricevitori radio a circuito supereterodina, la valvola amplificatrice di media frequenza, cioè la seconda valvola del circuito, si trova sistemata fra i due trasformatori di media frequenza.

La bobina L1 è ottenuta avvolgendo 95 spire compatte di filo di rame smaltato da 0,3 mm. su un supporto di cartone bachelizzato, di forma cilindrica, del diametro di 20 mm. In questa bobina si dovranno ricavare due prese intermedie, quella per il collegamento di antenna e quella per il collegamento al circuito di reazione. A partire dal lato massa, cioè dal terminale della bobina che fa capo alla presa di terra, si conteranno dapprima 5 spire e poi 30 spire; in altre parole si può dire che le due prese intermedie vengono ricavate alla quinta e alla trentesima spira a partire dal lato di massa.

Neppure questo ricevitore, a montaggio ultimato, richiede alcun intervento di messa a punto o taratura, fatta eccezione per il potenziometro R2 che verrà regolato durante l'ascolto in modo da eliminare il fischio della reazione. La ricerca delle emittenti si ottiene intervenendo sul perno del condensatore variabile C1, che deve essere di tipo adatto per i circuiti transistorizzati.

Ricevitore con ampl. BF
Teoria

Il ricevitore presentato a pagina 176 è pilotato da due transistor. Il transistor TR1 amplifica i segnali di alta frequenza e li rivela, mentre il transistor TR2 amplifica i segnali di bassa frequenza. La bobina L1 è di tipo commerciale, di quelle usate per i ricevitori a transistor. La bobina è avvolta su nucleo di ferrite di forma cilindrica, della misura standard di mm. 8 x 140. Il circuito di sintonia è composto dalla bobina L1 e dal condensatore variabile C1. I segnali sintonizzati vengono prelevati dalla presa intermedia della bobina L1 e vengono trasmessi alla base del transistor TR1 per essere sottoposti in parte ad un processo di amplificazione e principalmente a quello di rivelazione. I segnali di bassa frequenza, dunque, sono presenti sul collettore di TR1. Essi vengono applicati, tramite il condensatore di accoppiamento C2, alla base del transistor TR2, che li amplifica al punto tale da poter pilotare la cuffia telefonica.

Il circuito è alimentato con una pila da 1,5 volt. La sensibilità di questo ricevitore è condizionata alla qualità e al tipo di installazione dell'antenna collegata con il circuito di sintonia.

COMPONENTI

C1 = 350 pF (condens. variabile)
C2 = 10 μF - 6 Vl (elettrolitico)
R1 = 2.500 ohm

Per effettuare la taratura del secondo trasformatore di media frequenza, occorre interrompere il collegamento tra l'avvolgimento secondario del primo trasformatore di media frequenza e la griglia controllo della valvola amplificatrice a frequenza intermedia.

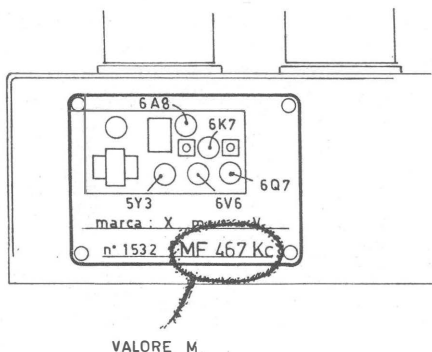
Le due ellissi riportate nello schema pratico del ricevitore supereterodina, qui sotto riprodotto, ricordano i punti fondamentali del circuito sui quali l'operatore deve intervenire per le operazioni di messa a punto e taratura.

medie
frequenze

bobine

5
2
6
1
G1
3
4
7
6BA6
12BA6
EF93
5
6
7
1
G1
4
3
2
6CB6
6P3
8
3
6
4
G1
7
2
5
6SK7
12SK7
3
5
4
CAPP.
G1
7
2
8
6K7
12K7
EF39
8
5
7
CAPP.
G1
3
2
4
EF9
UF9
WE16
2
5
6
G1'
8
1
3
EF41
UF41
7
9
8
2
G1
5
4
3-1
EF80
UF80
6BX6
7
9
8
2
G1
5
4
3
EF89
UF89
6DA6

LINGUETTA TELAIO
STAGNARE
LINGUETTA
FILO ANT.
OM
OC
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
C14
C15
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
V2
V3
V4
V5
T1
T2
S1
AP
LP
RETE
6,3 v
220 v
160 v
125 v
0 v
70 v
m pied. n°2

In quasi tutti i ricevitori radio, sulla parte posteriore del telaio, è indicato il valore esatto sul quale debbono essere tarate le medie frequenze.

In questa posizione dell'indice dell'apparecchio radio il condensatore variabile apparirà quasi completamente chiuso, cioè le lamine mobili risulteranno inserite quasi completamente fra le lamine fisse. Occorre ora applicare nuovamente la formula precedentemente citata, con lo scopo di conoscere esattamente il valore di frequenza corrispondente alla lunghezza d'onda sulla quale si è fermato l'indice dell'apparecchio radio. Se la lunghezza d'onda è di 600 metri, allora la frequenza è:

$$f = \frac{300.000.000}{600} = 500.000 \text{ Hz} = 500 \text{ KHz}$$

Noto che sia tale valore, si interviene nuovamente sul commutatore di cambio-gamma dell'oscillatore modulato, portandolo in quella gamma in cui è compreso il valore di 500 KHz. Quindi, intervenendo sulla manopola di sintonia dell'oscillatore modulato, si porta l'indice dello strumento in corrispondenza esatta del valore di 500 KHz. Tutti gli altri comandi

Quando si inietta il segnale, proveniente dall'oscillatore modulato, sulla griglia controllo della valvola amplificatrice di media frequenza, occorre interporre, fra il conduttore « caldo » del cavo e il piedino dello zoccolo della valvola, un condensatore a carta da 5.000-10.000 pF.

con lo stadio amplificatore di media frequenza. Ma al trasformatore di media frequenza è affidato un altro compito, molto più importante del primo, quello di lasciar via libera ai soli segnali radio la cui frequenza è di 470 Kc/s. Eventuali segnali radio, di valore diverso di frequenza, che fossero riusciti ad oltrepassare lo stadio convertitore, vengono « rifiutati » dal trasformatore MF1 e non possono raggiungere la valvola amplificatrice di media frequenza V2. Dunque, il trasformatore MF1 funge da elemento accoppiatore di due stadi e da filtro selettivo delle frequenze radio.

I segnali radio di media frequenza, che hanno attraversato MF1, vengono applicati alla griglia controllo (piedino 1) della valvola V2 e vengono da questa amplificati; essi vengono prelevati alla sua uscita ed applicati all'avvolgimento primario della seconda media frequenza MF2, che provvede ad un ulteriore filtraggio delle frequenze e provvede altresì ad accoppiare lo stadio amplificatore di media frequenza con lo stadio rivelatore.

La valvola V3 è una valvola tripla; essa contiene internamente un numero di elettrodi che, un tempo, ai primordi della radio, venivano montati in tre valvole diverse. Dunque, nella valvola V3 sono comprese tre valvole: due diodi rettificatori ed un triodo amplificatore di bassa frequenza. I due diodi sono rappresentati dalle due placchette facenti capo ai piedini 5 e 6 dello zoccolo e dal catodo, comune, facente capo al piedino 2 dello zoccolo; il triodo è rappresentato dalla placca, dalla griglia controllo e dal catodo; esiste dunque un solo catodo comune al-

Quando si fa acquisto di una scatola di montaggio di un qualsiasi tipo di apparecchio radio, occorre, come prima operazione, distendere le parti sul banco di lavoro, con lo scopo di effettuare un primo controllo dei materiali contenuti.

dell'oscillatore modulato devono rimanere nelle stesse posizioni nelle quali si è operato precedentemente (attenuatore ad 1/4 circa della sua corsa, commutatore di regolazione della frequenza modulante nella posizione di 400 Hz).

Si tenga presente che il controllo di volume dell'apparecchio radio in esame deve essere mantenuto sempre a metà corsa circa, mentre il segnale uscente dall'oscillatore modulato deve essere applicato tra la presa di antenna e la massa del ricevitore radio.

In queste condizioni possono verificarsi due situazioni diverse:

1°) Nell'altoparlante non si ascolta alcun suono, mentre il voltmetro non offre alcuna indicazione.

2°) Nell'altoparlante si ascolta un suono a 400 Hz, mentre il voltmetro dà una certa indicazione.

In entrambi i casi occore procedere nel modo seguente. Facendo uso di un cacciavite antinduttivo, si interviene sul nucleo della bobina d'oscillatore, fino ad ottenere nell'altoparlante un suono chiaro e potente. Stabilita tale condizione, si passa alla bobina d'aereo, avvitando o svitando il nucleo di ferrite in essa incorporato e mantenendo sott'occhio l'indice del tester collegato in parallelo all'avvolgimento secondario del trasformatore d'uscita. Si continuerà ad intervenire su tale nucleo fino ad ottenere la massima deviazione dell'indice del tester.

Le operazioni di allineamento della gamma delle onde del ricevitore radio sarebbero così ultimate, ma occorre effettuare un'ulteriore prova di controllo per constatare se nel ricevitore si è veramente ottenuto un perfetto allineamento.

Controllo di allineamento

Mentre le operazioni di allineamento vengono condotte in prossimità dei due estremi di gamma, il controllo deve essere fatto ponendo l'indice di sintonia dell'apparecchio radio nei due punti che realmente rappresentano le precise estremità

La taratura dei trasformatori di media frequenza può essere condotta anche col metodo « ad orecchio ». In questo caso i nuclei verranno fatti ruotare in modo da raggiungere la massima intensità sonora sull'altoparlante.

zionamento del circuito CAV, cioè del controllo automatico di volume.

Sulla resistenza R7 viene prelevata la tensione del segnale rivelato ed applicata, tramite il condensatore C10, alla griglia controllo della sezione triodica della valvola V3, che costituisce il preamplificatore dei segnali di bassa frequenza. La resistenza R7 è un potenziometro ed il cursore, corrìspondente alla freccia dello schema elettrico, permette di dosare la quantità di tensione rivelata che si vuole amplificare e trasformare in voci e suoni. Il potenziometro R7, quindi, rappresenta il regolatore manuale del volume sonoro del ricevitore.

La presa fono è applicata sul circuito di rivelazione, più precisamente il segnale proveniente dal pick-up è applicato sui terminali delle resistenze R6 ed R7 ed il potenziometro permette, in questo caso, di dosare l'entità del segnale fonografico che si vuol amplificare.

Lo stadio amplificatore finale è pilotato dalla valvola V4, che è un pentodo. I segnali di bassa frequenza preamplificati dalla valvola V3 vengono prelevati dalla sua placca (piedino 7) per mezzo del condensatore C11 e vengono applicati alla griglia controllo (piedini 1-9 indifferentemente) della valvola V4. Il condensatore C11 accoppia lo stadio preamplificatore di bassa frequenza con lo stadio amplificatore finale e viene perciò chiamato condensatore di accoppiamento. La resistenza R10 rappresenta la resistenza di polarizzazione di griglia controllo della valvola V4.

I segnali amplificati vengono prelevati dalla placca (piedino 6) ed applicati all'avvolgimento primario del trasformatore d'uscita T1, che rappresenta anche il

Il montaggio di ogni tipo di apparecchio radio comincia sempre con le operazioni di ordine meccanico. In questa foto l'operatore è stato ripreso durante l'applicazione dei trasformatori di media frequenza.

della gamma, anche se in questi punti non è riportata l'indicazione di alcuna emittente radiofonica. In un primo tempo si ruota la manopola del condensatore variabile in modo da far raggiungere all'indice la posizione estrema della gamma verso i 200 metri, cioè quella posizione in cui le lamine mobili del condensatore variabile sono completamente estratte dal componente. Realizzata questa condizione, si commuta il cambio di gamma dell'oscillatore modulato su una banda che contenga la frequenza corrispondente alla minima lunghezza d'onda riportata sulla scala del ricevitore radio, lasciando inalterati gli altri comandi. Molto spesso in tale condizione non si ode alcun suono nell'altoparlante, oppure si può ascoltare un suono molto debole. In questi due casi occorre nuovamente intervenire sul compensatore della bobina d'oscillatore, sino ad udire chiaramente nell'altoparlante il fischio caratteristico a 400 Hz.

Queste stesse operazioni vanno effettuate per la massima lunghezza d'onda dell'apparecchio radio, chiudendo completamente il variabile e prelevando dall'oscillatore modulatc una frequenza pari alla massima lunghezza d'onda ricevibile dall'apparecchio radio. Se nell'altoparlante non si ascolta alcun suono, oppure un suono debole, si agisce sul nucleo della bobina d'oscillatore sino ad ottenere una riproduzione potente e chiara.

Per avere la certezza del perfetto allineamento dell'apparecchio radio, queste operazioni vanno ripetute due e più volte, sino a che sulle due reali estremità della gamma si ascolta un suono potente e chiaro. Se il ricevitore radio può considerarsi perfettamente allineato, allora si può introdurre la cera fusa sui nuclei delle bobine, affinchè questi non debbano spostarsi a causa di eventuali sollecitazioni meccaniche sofferte dall'apparecchio radio.

Le operazioni di allineamento della scala parlante si effettuano servendosi dell'oscillatore modulato, che deve essere collegato con la presa di antenna del ricevitore radio.

Allineamento della gamma onde corte

L'allineamento della gamma ad onde corte, nei ricevitori a circuito supereterodina, si effettua allo stesso modo con cui è stato descritto l'allineamento della gamma ad onde medie.

I due trasformatori di media frequenza non devono più essere ritoccati, in quanto tutti i segnali captati dall'antenna, ad onde medie o ad onde corte, vengono sempre convertiti in un valore di frequenza pari a quello con cui vengono tarati i trasformatori di media frequenza. Occorre dunque agire esclusivamente sui nuclei delle bobine d'aereo e d'oscillatore e sui relativi compensatori, allo stesso modo con cui si è agito per l'allineamento della gamma delle onde medie. Si provvede ad aprire completamente il condensatore variabile, portando l'indice della scala parlante in corrispondenza del valore minimo di lunghezza d'onda ricevibile; si regola la frequenza dell'oscillatore modulato su un valore corrispondente a quello della lunghezza d'onda su cui è fermo l'indice di sintonia dell'apparecchio radio; si ruo-

Ultimate le operazioni di ordine meccanico, il ricevitore comincia a prendere vita con le operazioni relative alla composizione del piano di cablaggio. In questa foto risulta in fase di completamento lo stadio di bassa frequenza del ricevitore.

quello della lampada-spia, che serve ad illuminare la scala parlante del ricevitore. Il terminale a 70 volt serve ad alimentare in serie i due filamenti delle valvole V4 e V5.

La tensione di alimentazione anodica del circuito viene prelevata dal terminale a 160 volt dell'autotrasformatore T2; essa viene applicata alla placca (piedino 5) della valvola raddrizzatrice monoplacca; la tensione raddrizzata è presente sul catodo (piedino 7) di V5; essa viene applicata alla cellula di filtro composta dalla resistenza R12 e dai due condensatori elettrolitici C13 e C14.

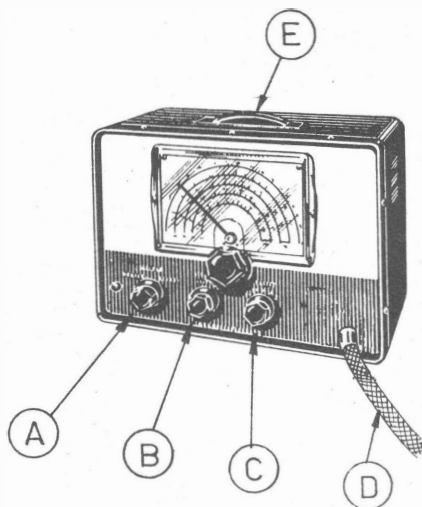
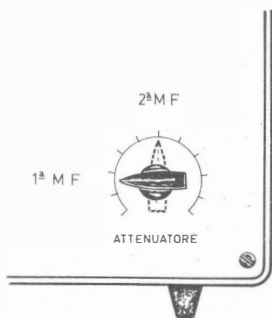
Ricevitore supereterodina a 5 valvole Montaggio

Il montaggio del ricevitore si effettua in due tempi. In un primo tempo si montano tutti i componenti per i quali non è necessario, o lo è solo in minima parte, l'uso del saldatore; in un secondo tempo si effettua il cablaggio, cioè la saldatura dei conduttori e dei componenti. Le operazioni di taratura e messa a punto del ricevitore si effettuano a montaggio ultimato.

Il montaggio meccanico avviene nel seguente ordine:

Montaggio dell'autotrasformatore nella parte superiore del telaio (il suo irrigidimento si ottiene ribaltando le quattro linguelle e saldandole a stagno sul telaio).

Applicazione nella parte di sotto del telaio del trasformatore d'uscita T1 (anche in questo caso il trasformatore si fissa ribaltando le linguelle con angolo di 90°).

I comandi di questo oscillatore modulato sono: commutatore di gamma (A), attenuatore (B), regolazione di frequenza del segnale modulante (C), uscita (D), impugnatura (E).

Quando si tara il primo trasformatore di media frequenza, la manopola dell'attenuatore deve essere portata ad 1/4 circa della sua corsa.

Per l'allineamento della gamma delle onde corte occorre intervenire su tutti e quattro gli elementi indicati in questo disegno rappresentativo del pannello superiore di un gruppo di alta frequenza.

L'apparecchio radio si trova ancora durante le prime fasi di montaggio. L'operatore effettua un controllo sull'isolamento dei componenti degli stadi di bassa frequenza. Lo spazio limitato impone, alle volte, una estrema vicinanza fra i componenti elettronici.

zione occorre ribaltare, verso l'interno del telaio, i quattro terminali del secondo trasformatore di media frequenza, per evitare che una delle due prese fono faccia contatto con la media frequenza. Anche il piedino 6 dello zoccolo della valvola V2 deve essere ripiegato verso l'esterno per impedire il contatto con l'altra boccola della presa fono.

Applicazione del perno di comando della sintonia. Esso va infilato attraverso il foro praticato nell'apposita squadretta saldata sulla parte anteriore del telaio; il perno viene arrestato nella parte interna del telaio per mezzo della apposita molletta di acciaio.

Il montaggio del condensatore variabile inizia con l'applicazione di quattro gommini passanti sui quattro fori simmetrici. Il fissaggio avviene mediante quattro viti, che non devono risultare completamente avvitate; l'applicazione del condensatore variabile, infatti, deve risultare elastica allo scopo di evitare l'effetto Larsen. L'importante è che l'applicazione di questo componente venga fatta in modo che il suo perno risulti perfettamente parallelo al perno di comando di sintonia.

Avvitamento della lampadina nell'apposita linguella ricavata superiormente al telaio (il corpo metallico della lampadina verrà saldato a stagno alla linguella-supporto). Prima di effettuare la saldatura occorre ribaltare la linguella verso il basso, in modo che la lampadina risulti in posizione verticale, con lo scopo di non toccare il cestello dell'altoparlante.

Montaggio del gruppo di alta frequenza. La linguella sporgente dall'insieme metallico deve sovrapporsi a quella saldata nella parte interna del telaio dietro una delle due rotelline di scorrimento della funicella della scala parlante.

Una volta realizzato l'incastro si provvederà ad effettuare la saldatura a stagno.

Questo circuito, relativo al secondo trasformatore di media frequenza e alla valvola amplificatrice di media frequenza, verrà realizzato per il processo di taratura delle medie frequenze con il metodo per confronto.

Quando si effettua il trasferimento di segnale per mezzo di cavo schermato, durante il processo di taratura col metodo per confronto, occorre collegare la calza metallica del cavo con la massa del ricevitore campione e con quella dell'apparecchio radio in esame.

Pochi componenti mancano ancora al completamento dell'intero piano di cablaggio. Conviene peraltro, di quando in quando, sospendere il lavoro di saldatura per effettuare un controllo sulla esattezza delle connessioni, facendo sempre riferimento allo schema teorico dell'apparecchio radio.

terminale centrale del cambiotensione.

Saldare a massa il terminale bianco uscente dal trasformatore. (Prima della saldatura liberare il terminale dallo smalto con una lametta da barba).

Saldare il conduttore marrone, proveniente dal trasformatore T2, sul piedino 4 dello zoccolo della valvola V5.

Collegare con uno spezzone di filo il terminale 3 dello zoccolo della valvola V5 con il terminale 5 dello zoccolo della valvola V4.

Collegare a massa il piedino 4 dello zoccolo della valvola V4.

Collegare il conduttore verde proveniente dall'autotrasformatore al piedino 4 dello zoccolo della valvola V3 e collegare questo stesso piedino con i piedini 4 degli zoccoli delle valvole V1 e V2.

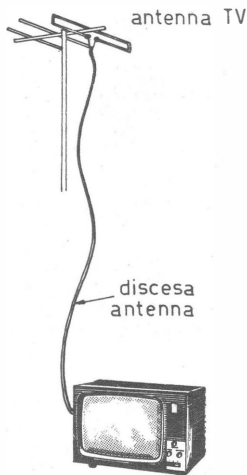
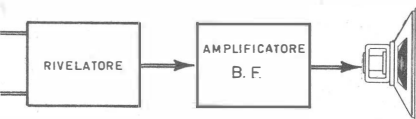
Collegare il piedino 4 dello zoccolo della valvola V1 con il terminale della lampadina (sullo stagno che appare sul fondo della lampadina).

Con uno spezzone di filo collegare a massa l'altro terminale dell'interruttore S1 incorporato con il potenziometro R7.

Collegamento del trasformatore d'uscita. L'avvolgimento primario si distingue facilmente da quello secondario, che va collegato ai due terminali dell'altoparlante; i conduttori dell'avvolgimento secondario, infatti, sono di filo rigido di rame smaltato, mentre quelli dell'avvolgimento primario sono rappresentati da due con-

dovrà essere in alcun modo utilizzato. Ed occorre ricordare che la prima valvola di ogni apparecchio radio a circuito supereterodina può essere di due tipi diversi. Il primo tipo è rappresentato da un tubo elettronico pentagriglia, cioè munito di cinque griglie; l'altro tipo di valvola è multipla, cioè un triodo-esodo.

Una volta individuato il piedino della griglia controllo, si provvede a staccare da esso ogni componente o conduttore eventualmente collegato, applicando invece il condensatore da 100 pF precedentemente citato. Una volta effettuato tale collegamento si provvede a ruotare completamente, verso il massimo valore, la manopola che regola il volume sonoro dell'apparecchio radio in esame, lasciando assolutamente libero il conduttore « caldo » del cavo di discesa dell'antenna TV. Dall'altoparlante dovrebbero uscire crepitii o sibili alquanto deboli.

Il condensatore variabile, che è munito di due sezioni, quella che controlla la sintonia dell'apparecchio radio e quella che regola la frequenza dell'oscillatore locale, dovrà essere ruotato nella posizione di metà corsa circa. L'eventuale cambio di

Per le operazioni di allineamento di un apparecchio radio ci si può servire della linea di discesa di un'antenna televisiva.

Schema a blocchi di un circuito di ricevitore radio supereterodina. In esso si riassume l'intero funzionamento del processo di radioricezione.

Talvolta la presenza di un modello di ricevitore perfettamente identico, già montato, tarato e funzionante, può essere di grande aiuto durante il lavoro di montaggio.

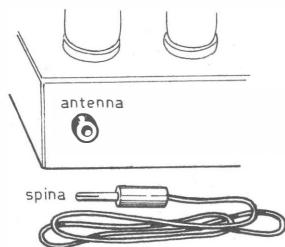
tuare una buona saldatura in un punto della carcassa metallica del componente, applicando in quel punto uno spezzone di filo di rame di una certa sezione; l'altro capo dello spezzone di filo dovrà essere saldato perfettamente al telaio metallico. Si faccia attenzione nel collegare il condensatore C1 di non far colare lo stagno fino in fondo al terminale che appare nella parte superiore del gruppo A.F., perchè altrimenti si creerebbe un cortocircuito e il ricevitore non funzionerebbe. Il conduttore d'antenna deve essere annodato due o tre volte in prossimità del foro del telaio dal quale viene fatto uscire, in modo di creare un punto di arresto e di evitare che il condensatore C1 venga sottoposto ad eventuali dannose trazioni.

Ricevitore supereterodina a 5 valvole Taratura

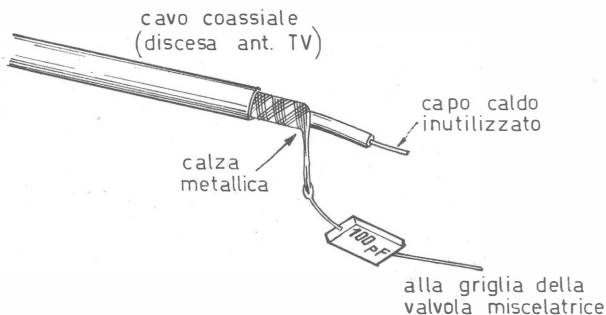
La taratura costituisce l'ultima operazione da farsi, dopo aver completato il montaggio del ricevitore e dopo essersi accertati, schemi alla mano, della precisione dei collegamenti effettuati.

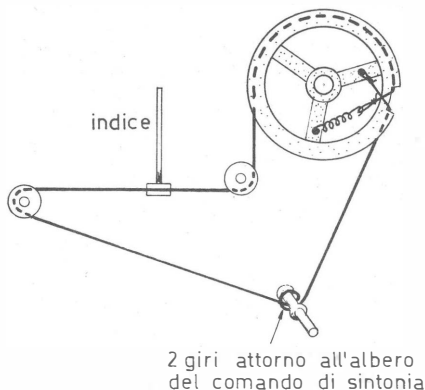
Soltanto dopo questa certezza si potranno infilare le cinque valvole nei rispettivi zoccoli ed accendere il ricevitore. Nel migliore dei casi, ma ciò non capita spesso, si potrà verificare un pronto funzionamento del ricevitore. In caso con-

ce; ovviamente verrà conservato il condensatore da 100 pF.

Una volta captata l'emittente radiofonica, possibilmente quella locale, si agisce sul compensatore della bobina d'oscillatore della sezione onde medie, con lo scopo di spostare l'emittente sul trattino corrispondente riportato sulla scala parlante. Mentre si agisce sul compensatore si dovrà anche intervenire contemporaneamente sul comando di sintonia dell'apparecchio radio, in modo da seguire l'emittente lungo il suo spostamento sulla scala parlante. Su questo punto si dovrebbe poter ricevere l'emittente con una intensità più che sufficiente, anche se le emissioni risultano accompagnate da fischi od interferenze varie. Occorre ora staccare il condensatore da 100 pF, collegato alla griglia controllo della valvola mescolatrice, ed occorre ripristinare i collegamenti originali sulla griglia stessa. Sulla boccola corrispondente alla presa di antenna dell'apparecchio radio si infila una spina collegata ad alcuni metri di filo, con funzioni di antenna. Dopo questo intervento l'intensità sonora del segnale ricevuto risulterà diminuita, ma sarà possibile riportarla al livello sonoro normale ruotando il compensatore della bobina di antenna. Le interferenze ed i fischi, a questo punto, dovrebbero scomparire.

Nei ricevitori radio a circuito supereterodina, a valvole, l'antenna può essere rappresentata da uno spezzone di filo flessibile, collegato ad uno spinotto.

Le operazioni di allineamento, ad orecchio, dovrebbero ora ritenersi concluse, ma occorre ricordare che esse non sono molto esatte, perchè può accadere di ricevere una emittente anche al di là del trat-

Le operazioni di taratura di un apparecchio radio possono essere condotte servendosi del cavo di discesa di un'antenna televisiva. Il terminale centrale del cavo rimane inutilizzato, mentre la calza metallica verrà collegata, tramite un condensatore di piccola capacità, alla griglia della valvola mescolatrice.

Il condensatore variabile deve essere maneggiato con cautela, per evitare che eventuali urti possano danneggiare il giuoco delle lamine mobili dentro quelle fisse, compromettendo l'intero sistema di isolamento.

La meccanica della scala parlante deve risultare scorrevole, rigida e precisa. Le funicelle possono essere di acciaio, di seta o di nailon.

mittente locale, ma sarà sempre possibile sintonizzarlo su una qualsiasi emittente, pur che essa sia indicata sulla scala parlante, giacchè ad essa occorre far riferimento.

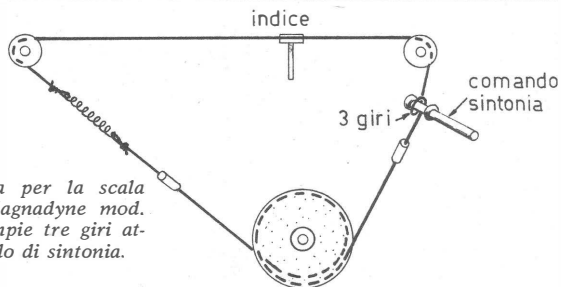
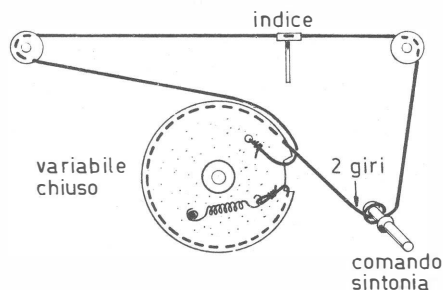
Per comodità e allo scopo di evitare inutili perdite di tempo, conviene utilizzare l'elenco, qui sotto riportato, delle più potenti emittenti radiofoniche operanti nella gamma delle onde corte e ricevibili con un normale ricevitore radio a circuito supereterodina, di produzione commerciale. Nell'elenco seguente, in corrispondenza dei nominativi delle emittenti radiofoniche, sono riportati i valori delle frequenze di lavoro:

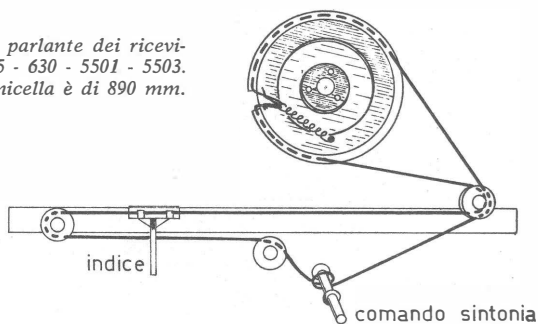
MADRID	**9565**	**KHz**
R.A.I. (Roma)	**9630**	**KHz**
PRAGA	**7115**	**KHz**
MOSCA	**7150**	**KHz**
B.B.C. (Londra)	**7135**	**KHz**
BELGRADO	**7200**	**KHz**
MOSCA	**7210**	**KHz**
SOFIA	**7255**	**KHz**
MONTECARLO	**7260**	**KHz**
R.A.I. (Roma)	**7275**	**KHz**
PRAGA	**7345**	**KHz**
TIRANA	**9390**	**KHz**

Montaggio funicelle

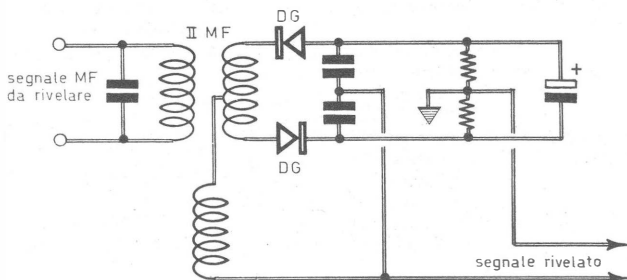
Tutte le meccaniche delle scale parlanti degli apparecchi radio devono rispondere ad un unico principio: quello di trascinare l'indice da un estremo all'altro della scala, in corrispondenza dell'apertura e della chiusura totale del condensatore variabile. La meccanica deve essere inoltre scorrevole, rigida e precisa. Le funicelle possono essere di acciaio, di seta o di nylon. L'equipaggio sul quale è montato l'indice deve risultare rigidamente connesso con la funicella, onde evitare slittamenti e scorrimenti durante le operazioni di sintonia del ricevitore. In ogni caso occorre evitare la lubrificazione dei rotismi, perchè a lungo andare, con l'ingresso della polvere nel ricevitore, perderebbero ogni effetto di scorrevolezza. Le stesse molle di tensione possono allentarsi col passare degli anni, richiedendo la loro sostituzione quando la funicella si allenta e non reagisce più alle sollecitazioni del comando di sintonia.

Taratura dei ricevitori F.M.

La taratura dei ricevitori radio a modulazione di frequenza è assai più diffi-

Montaggio della funicella per la scala parlante dei ricevitori Magnadyne mod. S11/S12. La funicella compie tre giri attorno al perno del comando di sintonia.

Elementare meccanica della scala parlante di un ricevitore di tipo commerciale. Uno dei due terminali della funicella risulta legato alla molla di tensione.

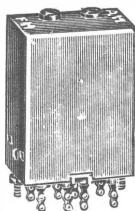
Meccanica della scala parlante dei ricevitori Phonola mod. 595 - 630 - 5501 - 5503. La lunghezza della funicella è di 890 mm.

La taratura del gruppo di alta frequenza, per mezzo dell'oscillatore modulato, rappresenta l'ultima fase di questo importante processo di messa a punto del ricevitore.

L'oscillatore modulato è uno strumento assolutamente indispensabile per il raggiungimento della messa a punto perfetta del ricevitore radio.

L'operatore sta eseguendo le operazioni di taratura del primo trasformatore di media frequenza, agendo su uno dei due nuclei di ferrite contenuti nel componente.

Circuito teorico di un discriminatore a rapporto. La seconda media frequenza di un ricevitore radio FM è caratterizzata dalla presenza di tre avvolgimenti. Il terzo avvolgimento, indispensabile per il funzionamento del rivelatore, prende il nome di « terziario ».

circa, ma si aggira intorno ai 10,7 MHz.

I due trasformatori a modulazione di frequenza sono sempre abbinati ai trasformatori di media frequenza per modulazione di ampiezza, giacchè i ricevitori a modulazione di frequenza sono sempre montati su uno stesso telaio unitamente al sistema tradizionale di ricezione in modulazione di ampiezza.

In un unico contenitore metallico sono contenuti, contemporaneamente, gli avvolgimenti dei trasformatori di media frequenza per il circuito a modulazione di frequenza e quelli per il circuito a modulazione di ampiezza.

Un'altra caratteristica fondamentale dei ricevitori a modulazione di frequenza è rappresentata dall'impiego di due diodi nello stadio rivelatore. Questi diodi possono essere due semiconduttori di tipo OA72 o OA85, oppure possono essere di tipo a valvola (6AL5 e EABC80); la sezione triodica della valvola EABC viene usata come elemento preamplificatore di bassa frequenza.

Il tipo di rivelatore più comunemente usato nei ricevitori a modulazione di frequenza prende il nome di « discriminatore a rapporto ».

La valvola montata su un gruppo di alta frequenza per ricevitori a modulazione di frequenza è di tipo multiplo; essa può essere un doppio triodo di tipo ECC85, oppure un triodo-pentodo di tipo 6X8, una sezione del quale ha il compito di amplificare i segnali captati dall'antenna, mentre l'altra sezione fa parte del circuito dell'oscillatore locale, che ha la funzione di creare una frequenza che, differenziata dalla frequenza del segnale, fornisce sempre una frequenza di 10,7 MHz, che è appunto chiamata media frequenza; su tale valore dovranno essere tarati i trasforma-

TARATURA DEI RICEVITORI A TRANSISTOR

TARATURA DI UN RICEVITORE A TRANSISTOR

Per operare sui circuiti transistorizzati occorre avere una certa esperienza, altrimenti si rischia, anche per una piccola disattenzione, di mettere fuori uso un'intera apparecchiatura. E' ovvio quindi che non è possibile cimentarsi nella costruzione o, peggio, nella taratura di un ricevitore supereterodina transistorizzato, quando si posseggono poche nozioni elementari di radiotecnica, oppure quando si è soltanto realizzato un piccolo apparecchio radio ad una o più valvole o un ricevitore a diodo con ascolto in cuffia.

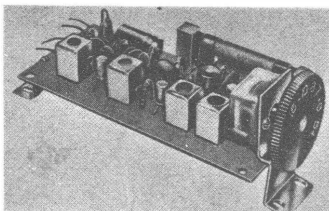
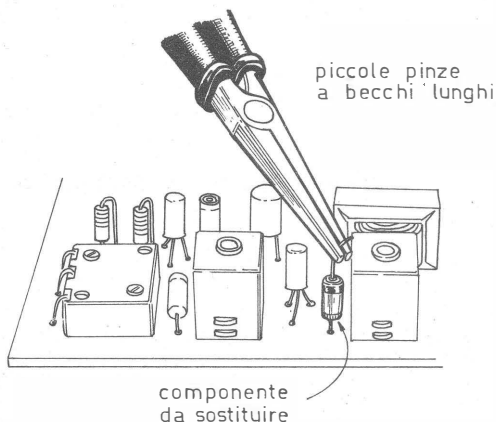
La maggior parte degli attrezzi necessari per la taratura di un apparecchio radio a valvole non serve ai fini della taratura e dell'allineamento dei ricevitori a transistor. Se si deve operare su questi tipi di apparecchi radio, occorre munirsi di un paio di cacciaviti, di fibra, molto piccoli, con lama in fibra di lunghezza pari a quella dell'intaglio riportato sulla testa dei nuclei di ferrite dei trasformatori di media frequenza; normalmente questi intagli presentano una lunghezza che varia tra 1,5 e 3 mm.

Quando occorre intervenire sul circuito stampato di un ricevitore a transistor, per eliminare uno o più componenti elettronici, è buona norma far uso di un dissaldatore, oppure di un saldatore di piccola potenza e di piccole dimensioni, con lo scopo di evitare il surriscaldamento di altre parti; è pure consigliabile durante le operazioni di sostituzione dei componenti, l'uso di una pinza a becchi lunghi, che presenta il vantaggio di disperdere rapidamente e in quantità notevole il calore prodotto dalla punta del saldatore.

Per ultimo occorre ricordare che, intervenendo sui ricevitori a transistor, bisogna fornirsi di grande pazienza ed agire con molta calma; e tali premesse possono concludersi dicendo che, per i ricevitori a transistor, serve una veste mentale e una condizione psichica diverse da quelle con cui si agisce sui ricevitori a valvole.

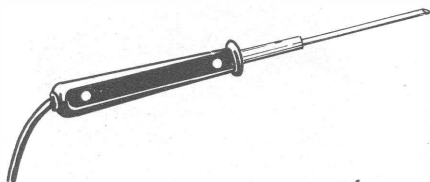
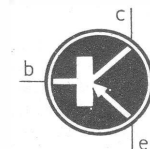
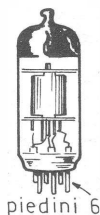
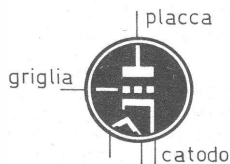
Amplificazione M.F.

Osservando il circuito di un ricevitore radio a transistor, si può notare che in esso sono presenti tre piccoli contenitori

Uno degli elementi che contraddistinguono un ricevitore radio a circuito transistorizzato è la presenza di tre trasformatori di media frequenza.

La pinza a becchi lunghi è un utensile assolutamente necessario per il lavoro di sostituzione dei componenti elettronici nei circuiti transistorizzati.

di alluminio e una bobina del tipo di quelle montate nel circuito d'oscillatore dei ricevitori a valvole. Questi contenitori rappresentano gli schermi dei trasformatori di media frequenza. La bobina visibile, quella sprovvista di schermo di alluminio, costituisce la bobina d'oscillatore che negli apparecchi radio a valvole è normalmente montata nel gruppo di alta frequenza. La bobina d'aereo, che nei ricevitori radio a valvole è montata nel gruppo di alta frequenza, nei ricevitori a transistor è avvolta su un bastoncino di ferrite, che ha il compito di sostituire il conduttore esterno di antenna.

Un'altra caratteristica fondamentale, che contraddistingue i ricevitori a transistor da quelli a valvola, è la mancanza del gruppo di alta frequenza e la presenza di tre trasformatori di media frequenza invece che due, come avviene nei ricevitori a valvole.

L'aumento numerico dei trasformatori d'uscita, nei ricevitori a transistor, potrebbe far pensare ad un circuito più sensibile e più potente di quello a valvole, ma in realtà le cose non stanno così. Infatti, il numero degli stadi di amplificazione di media frequenza si ottiene sottraendo al numero dei trasformatori il valore costante 1:

n° dei trasformatori — 1 = n° degli stadi amplificatori.

Il saldatore, necessario per il montaggio e la riparazione degli apparecchi radio a transistor, deve essere di piccola potenza e dotato di punta sottile.

Transistor di tipo PNP; a sinistra è rappresentato il simbolo, a destra il componente reale.

La valvola a tre elettrodi presenta una relativa somiglianza con il transistor.

Applicando questa formula per i ricevitori a transistor, si ottiene:

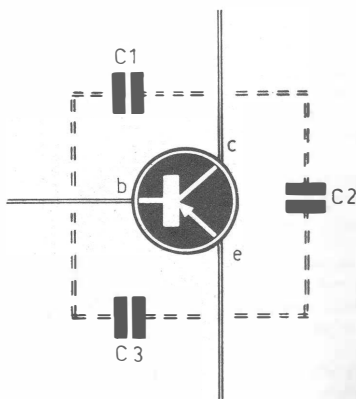
3 — 1 = 2 stadi amplificatori M.F.

Applicando la stessa formula per i ricevitori a valvole, si ottiene:

2 — 1 = 1 stadio amplificatore M.F.

L'applicazione della formula stabilisce che gli stadi amplificatori di media frequenza, per i ricevitori a transistor equipaggiati con tre medie frequenze, sono in numero di due, mentre è uno solo per i ricevitori a valvole che montano due medie frequenze.

La presenza di uno stadio amplificatore di media frequenza in più, nei ricevitori a transistor, potrebbe far pensare che questi apparati siano dotati di maggiore sensibilità e potenza rispetto ai ricevitori a valvole. Ma occorre tener presente che nel transistor il flusso di elettroni fra emittore (corrispondente al catodo di una valvola elettronica) e collettore (corrispondente alla placca), avviene attraverso materiale solido (germanio o silicio), mentre nelle valvole elettroniche il flusso avviene attraverso il vuoto. E c'è da tener conto ancora che i tre elettrodi del

La vicinanza degli elettrodi di un transistor determina capacità parassite, del valore di 10-20 pF.

transistor, base-emittore-collettore, per motivi costruttivi sono molto vicini tra di loro, contrariamente a quanto avviene per gli elettrodi delle valvole elettroniche. La vicinanza eccessiva degli elettrodi di un transistor e dei relativi conduttori che fuoriescono dal componente, determinano capacità parassite, che si aggirano intorno ai 10-20 pF.

Le capacità parassite, quando il segnale è molto forte, permettono il passaggio del segnale stesso da un elettrodo all'altro, facendo entrare in oscillazione il transistor; e quando si verifica tale fatto, sull'altoparlante si ascolta soltanto un fischio prolungato e non la normale emissione radiofonica.

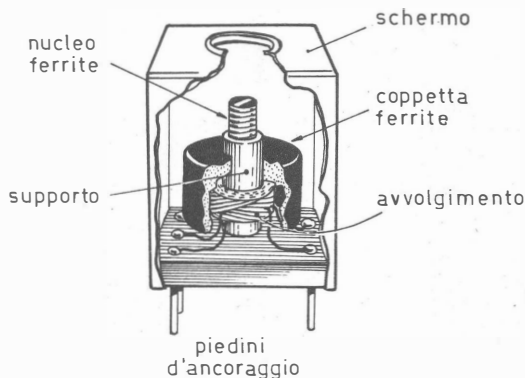
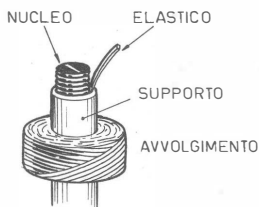
Per ovviare a tale inconveniente si montano due stadi amplificatori di media frequenza, attraverso circuiti muniti di resistenze e condensatori e con accorgimenti vari che limitano l'amplificazione degli stessi stadi, cioè limitano l'ampiezza del segnale; questo sistema di amplificazione a frequenza intermedia permette di evitare l'insorgere delle oscillazioni, interferendo peraltro negativamente sul processo di amplificazione del transistor; da tali considerazioni scaturisce immediata la necessità di montare uno stadio amplificatore in più, rispetto ai ricevitori a valvole, con lo scopo di ottenere un segnale di ampiezza sufficiente per poter pilotare l'altoparlante.

Per concludere si può dire che è assolutamente inesatto affermare che il ricevitore radio a transistor, munito di due stadi di amplificazione a frequenza intermedia, sia più sensibile di un ricevitore radio a valvole munito di un solo stadio amplificatore M.F.

Trasformatori M.F. nei ricevitori a transistor

I trasformatori di media frequenza dei ricevitori a transistor sono composti da un supporto di materiale isolante sul quale vi sono l'avvolgimento primario e quello secondario; nel supporto isolante è inserito un nucleo di ferrite, che può essere avvitato o svitato nel supporto stesso; il tutto è racchiuso in un contenitore metallico, che ha funzioni di schermo elettromagnetico.

La differenza sostanziale, che intercorre fra un trasformatore di media frequenza per ricevitori a transistor e uno per ricevitori a valvole, oltre che nelle diverse dimensioni, consiste nella presenza di un solo nucleo di ferrite, che agevola le operazioni di taratura.

Talvolta, fra il nucleo di ferrite e il supporto degli avvolgimenti, risulta inserito

Così si presenta un trasformatore di media frequenza per apparecchi radio a circuito transistorizzato. Si noti la presenza di un solo nucleo di ferrite.

L'elastico, inserito fra il nucleo di ferrite e il supporto, permette di conservare la taratura del trasformatore di media frequenza.

un pezzetto di elastico, che serve a mantenere bloccato il nucleo di ferrite e, di conseguenza, a conservare la taratura dell'apparecchio radio.

Sugli involucri metallici dei trasformatori di media frequenza per ricevitori a transistor risultano impressi dei punti colorati, che permettono di contraddistinguere, tra loro, i tre trasformatori di media frequenza. I colori più comunemente usati sono: il giallo, il rosso e il blu.

Il giallo normalmente indica la prima media frequenza, cioè quella montata a valle del primo transistor. Il color rosso sta ad indicare il secondo trasformatore di media frequenza, mentre il blu contraddistingue la terza media frequenza, cioè quella montata immediatamente prima del diodo rivelatore.

Taratura con oscillatore modulato

Il ricevitore a transistor, così come avviene per il ricevitore a valvole, deve essere tarato in modo da poter offrire ottime prestazioni. Queste consistono nella sensibilità, selettività e fedeltà.

Con i ricevitori radio a transistor non si può ovviamente pretendere la riproduzione ad alta fedeltà, perchè è noto che per un tale risultato occorrono altoparlanti di tipo speciale, filtri, casse acustiche e speciali ricevitori.

L'altoparlante del ricevitore a transistor ha normalmente piccole dimensioni e può riprodurre soltanto segnali la cui frequenza si estende fra 200 Hz e 8 KHz. Tuttavia, realizzando una perfetta taratura del ricevitore, si riesce ad ottenere una discreta riproduzione acustica anche con gli apparati di piccole dimensioni.

Per tarare un ricevitore transistorizzato a circuito supereterodina, occorre intervenire:

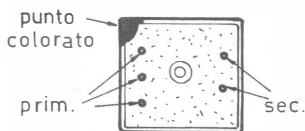
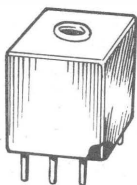
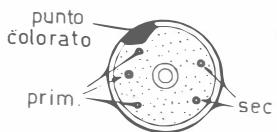
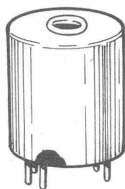
1°) - Nel circuito di antenna
2°) - Nel circuito d'oscillatore
3°) - Nei circuiti di media frequenza

Il procedimento di taratura è identico sia che si debba tarare un ricevitore ad onde medie, sia che si debba intervenire su un ricevitore ad onde medie e ad onde corte, purchè per la taratura delle onde corte si provveda a cambiare il valore di frequenza del segnale generato dall'oscillatore modulato.

I punti su cui occorre agire, per tarare un ricevitore a transistor, sono facilmente individuabili, in quanto presentano caratteristiche esterne ben precise. La bobina d'antenna è facilmente individuabile, perchè si presenta come un avvolgimento lungo un bastoncino di ferrite di color scuro, che può essere di forma cilindrica o piatta. Anche i compensatori relativi alla bobina d'aereo e d'oscillatore sono facilmente individuabili, perchè risultano montati sul condensatore variabile, che è munito di due sezioni, quella d'aereo e quella d'oscillatore. Normalmente, sui condensatori variabili per ricevitori a transistor sono impresse, in corrispondenza dei tre terminali uscenti, le seguenti tre lettere A - T - O.

La lettera A contraddistingue la sezione d'aereo del condensatore variabile; la lettera T individua il terminale comune di massa del condensatore variabile, mentre la lettera O sta ad indicare il terminale corrispondente alla sezione d'oscillatore.

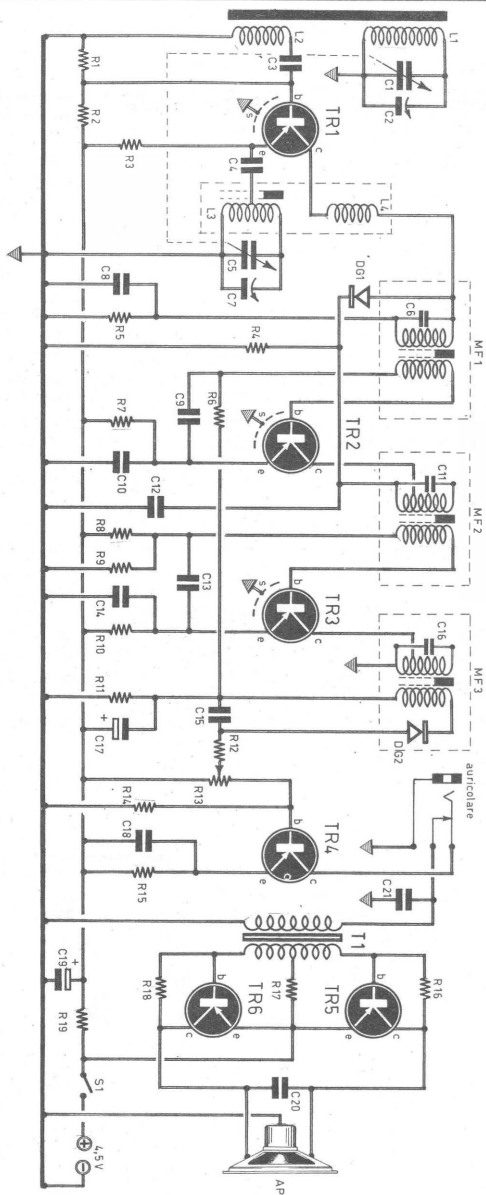
La taratura vera e propria del ricevitore si ottiene mediante l'impiego di due soli strumenti: il tester, usato come voltmetro nella portata 5 volt fondo scala, e l'oscillatore modulato.

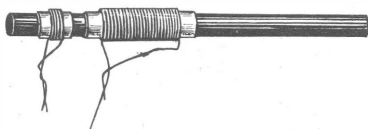
Il tester dovrà essere collegato allo stesso modo con cui si agisce per la taratura

I trasformatori di media frequenza, nei ricevitori a transistor, sono talvolta caratterizzati dalla presenza di un punto colorato.

Il colore della macchiolina riportata sul trasformatore MF sta ad indicare il numero del componente (primo, secondo o terzo trasformatore).

dei ricevitori a valvole. Per l'oscillatore modulato, invece, le cose cambiano.

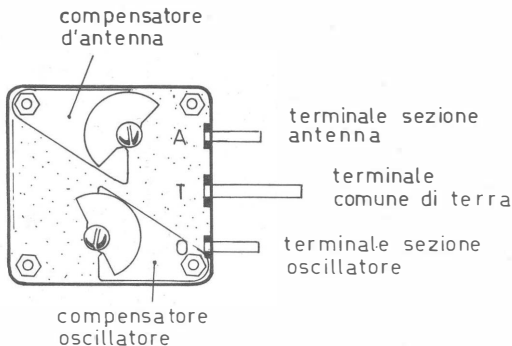
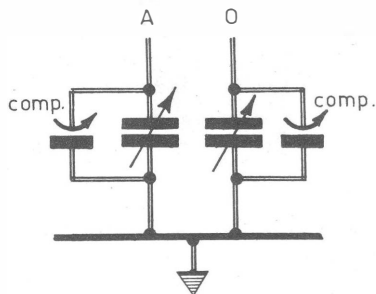
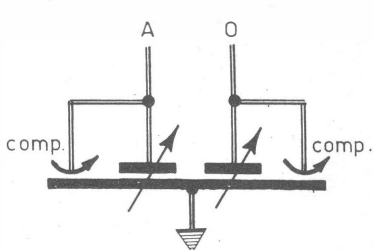
Poichè il ricevitore a transistor è montato quasi sempre su un circuito stampato di piccole dimensioni, sul quale è molto difficile intervenire, si deve ricorrere ad uno stratagemma per realizzare contemporaneamente la taratura dei trasformatori di media frequenza e delle bobine di alta frequenza.

L'uscita dell'oscillatore modulato non va collegata, come sarebbe ovvio pensare, all'entrata dell'ultimo stadio amplificatore di media frequenza, ma deve essere collegata alle estremità di una bobina autocostruita. Questa bobina risulta avvolta, come si suol dire, in aria, cioè senza supporto. Il numero delle spire dovrà essere di 10 circa e il filo da utilizzarsi dovrà essere di rame smaltato di diametro compreso fra 0,6 mm e 1 mm. Il diametro delle spire dovrà essere di 1-1,5 cm. E' ovvio che per costruire una tale bobina ci si dovrà servire di un supporto provvisorio, del diametro di 1-1,5 cm., che verrà sfilato dopo aver realizzato l'avvolgimento. Le dimensioni della bobina non sono critiche e possono anche essere variate senza falsare la taratura. Questa bobina verrà saldata sul cavo uscente dall'oscillatore modulato, fra il terminale centrale del cavo e la calza metallica. In pratica, un terminale della bobina viene saldato a stagno alla calza metallica del cavo, mentre l'altro terminale della bobina viene saldato al conduttore centrale del cavo.

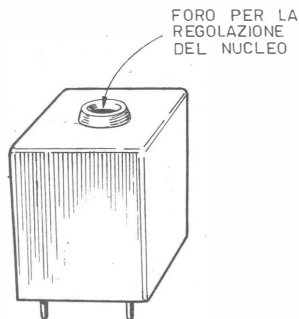
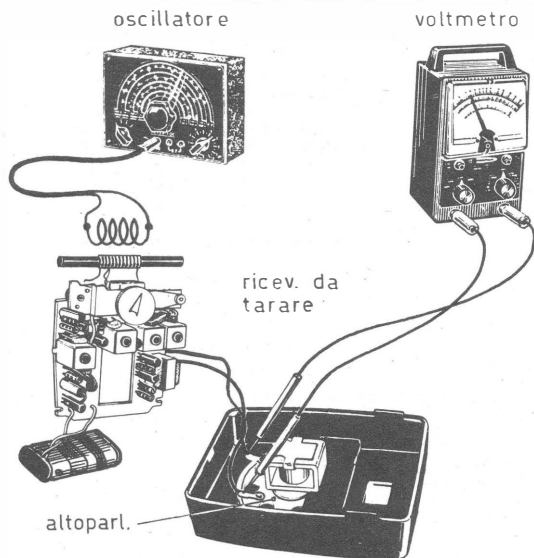
E dopo tali preparativi si può finalmente accendere l'oscillatore modulato; si attende per qualche secondo e si commuta il selettore di gamma sulla banda di frequenze relative alle onde medie, che si estende fra i 1.500 KHz e i 500 KHz. Si ruota la manopola del potenziometro di volume a metà corsa circa e quella di sintonia verso le frequenze più elevate; in queste condizioni le lamine mobili del condensatore variabile risultano completamente estratte dal componente e il ricevitore è predisposto per ricevere il segnale di massima frequenza delle onde medie, cioè quello di 1.500 KHz corrispondente alla

Circuito teorico del ricevitore radio a circuito transistorizzato RADIOMARELLI mod. RD 304. Si noti la presenza, comune ai ricevitori a transistor, di tre trasformatori di media frequenza. I transistor sono tutti dello stesso tipo (PNP).

La bobina di antenna dei ricevitori a transistor è costituita da un supporto di ferrite, sul quale vengono realizzati gli avvolgimenti; questi risultano scorrevoli lungo l'asse della ferrite, in modo da poter agevolmente condurre il procedimento di taratura.

lunghezza d'onda di 200 metri, che è la minima lunghezza d'onda delle onde medie ricevibili con un apparecchio a transistor; ciò fatto, si porta la manopola dell'attenuatore ad 1/5 della sua corsa e si avvicina la bobina autocostruita all'antenna di ferrite del ricevitore in esame. Se nell'altoparlante si ode un fischio, anche debole, l'indice del voltmetro segnala un certo valore di tensione; occorre allora ruotare il nucleo dell'ultimo trasformatore di media frequenza, servendosi di un piccolo cacciavite di fibra antinduttivo e si osserva il tester; quando l'indice del tester segnala il massimo valore di tensione di uscita, si fissa il nucleo con alcune gocce di cera e si provvede alla taratura della seconda media frequenza; anche in questo caso si fa ruotare il nucleo del componente sino ad ottenere la massima deviazione dell'indice del tester; la medesima operazione deve essere ripetuta anche per il primo trasformatore di media frequenza; si deve quindi agire sul compensatore della bobina d'oscillatore, ruotandolo sino ad udire un segnale abbastanza potente; si farà quindi ruotare la vite del compensatore d'antenna sino ad ottenere la massima deviazione dell'indice del tester collegato all'uscita dell'apparecchio radio.

I compensatori d'oscillatore e d'aereo sono sistemati normalmente sulla parte superiore del condensatore variabile. Nel caso in cui, dopo aver avvicinata la bobina autocostruita all'antenna del ricevitore a transistor, non si ascoltasse alcun suono e il voltmetro non offrisse alcuna indicazione, occorrerà ruotare lentamente il compensatore della sezione d'oscillatore, fino ad udire, attraverso l'altoparlante, il classico fischio a 400 Hz dell'oscillatore

I condensatori variabili dei ricevitori a transistor presentano caratteristiche dimensionali ridotte. Sono dotati di due compensatori e di tre terminali.

Questi due schemi elettrici si riferiscono ad un unico componente: il condensatore variabile di un ricevitore a circuito transistorizzato. Il componente è provvisto di tre terminali: quello della sezione d'aereo (A), quello della sezione oscillatrice (O) e quello di massa.

modulato, provvedendo altresì a ripetere tutte le operazioni precedentemente indicate. E' ovvio che tutti questi interventi debbono essere eseguiti con molta calma e pazienza.

Una volta realizzato l'allineamento a variabile tutto aperto, si ruota la manopola di comando di sintonia del ricevitore radio in senso opposto, in modo che le lamine mobili risultino completamente inserite fra le lamine fisse; si regola la frequenza dell'oscillatore modulato sul valore di 500 KHz e si avvicina la bobina autocostruita all'antenna del ricevitore in esame. Nel caso in cui non si udisse alcun suono, si dovrà intervenire sul nucleo della bobina d'oscillatore, fino a che dall'altoparlante uscirà il fischio prodotto dall'oscillatore modulato; quindi si sposta l'avvolgimento di antenna, lungo il supporto

I trasformatori di media frequenza e la bobina d'oscillatore di un ricevitore radio a transistor risultano racchiusi in un contenitore metallico, che ha funzioni di schermo elettromagnetico. Sulla parte superiore è presente un foro, che permette l'accesso del cacciavite per la regolazione del nucleo ferromagnetico.

Il processo di taratura di un ricevitore a transistor è molto simile a quello di un ricevitore a valvole. Una sostanziale differenza consiste nel sistema di acccoppiamento dell'oscillatore modulato con la bobina di entrata del ricevitore.

di ferrite, fino ad ottenere la massima indicazione sul tester. La taratura del ricevitore a transistor è da ritenersi così ultimata ma, in ogni caso, occorre effettuare un controllo. A tale scopo si ruota la manopola del condensatore variabile dell'apparecchio radio verso le frequenze più alte e si regola la frequenza dell'oscillatore modulato sul valore di 1.500 KHz. Se non si udisse alcun suono, occorrerà intervenire sul compensatore d'oscillatore, fino alla comparsa del suono; quindi si regola ancora il compensatore di antenna fino ad ottenere il massimo segnale in uscita; ruotando il condensatore variabile completamente in senso opposto e commutando l'oscillatore modulato sulla frequenza di 500 KHz, si dovrà udire il fischio caratteristico del segnale generato dall'oscillatore modulato. Se ciò non si verificasse, occorrerà ritoccare la posizione del nucleo della bobina d'oscillatore, sino a che l'altoparlante riprodurrà il segnale.

Taratura onde corte

Quando capita di dover tarare un apparecchio radio a transistor anche sulla gamma delle onde corte, occorre procedere nello stesso modo con cui si effettua la taratura sulla gamma delle onde medie. E' ovvio che, in questo caso, le frequenze generate dall'oscillatore modulato dovranno essere quellà massima e quella minima ricevibile sulla banda delle onde corte dell'apparecchio radio; la bobina autocostruita, inoltre, non dovrà più essere avvicinata al nucleo di ferrite, che funge da antenna per le onde medie, ma all'antenna a stilo che serve appunto per la ricezione ad onde corte.

Taratura approssimativa

Quando non si possiede una adeguata strumentazione, si può ugualmente tentare la taratura del ricevitore a transistor con un sistema di procedimento approssimativo.

Si accende il ricevitore, si ruota il bottone di comando del volume sonoro al massimo e si ruota lentamente il comando di sintonia, che fa capo al perno del condensatore variabile, tentando di ricevere, anche debolmente, una qualsiasi emittente radiofonica, situata possibilmente all'inizio di corsa del comando di sintonia, cioè in quel tratto della scala parlante in cui le lamine mobili del condensatore variabile risultano inserite fra le lamine fisse. Questo sistema di procedere può riuscire difficoltoso durante le ore diurne, ma diviene semplice alla sera e di notte, perchè proprio in questo periodo del giorno si possono ricevere molte emittenti.

Una volta captata una qualsiasi emittente, si provvede a far ruotare il nucleo dell'ultimo trasformatore di media frequenza sino ad ottenere un aumento di intensità sonora del segnale riprodotto dall'altoparlante; quindi si passa alla seconda media frequenza e poi alla prima, ruotando sempre i nuclei di ferrite con lo scopo di raggiungere la massima potenza di uscita nell'altoparlante.

Dopo queste semplici operazioni di taratura degli stadi di media frequenza del ricevitore a transistor, occorre ridurre del 50% circa il volume sonoro dell'apparecchio radio; si agisce poi sul nucleo della bobina d'oscillatore, sino ad individuare quella posizione che permette una riproduzione sonora sufficientemente chiara e priva di fischi od altre interferenze; si può quindi tentare di spostare l'avvolgimento di antenna lungo il nucleo di ferrite che funge da supporto, cercando di individuare quella posizione per la quale il segnale di uscita si rivela potente e chiaro. Successivamente si ruota il comando di sintonia in senso opposto, cercando di captare qualche emittente radiofonica; una volta ottenuta tale condizione, si interviene sul compensatore d'oscillatore, con lo scopo di eliminare fischi ed interferenze; si ruota poi il compensatore di antenna per ottenere la massima potenza sonora.

Questo sistema di taratura approssimativo risulta ancor più semplificato se ci si limita all'ascolto dei soli programmi nazio-

L'antenna di ferrite, montata nei ricevitori a transistor, non è più sufficiente per la ricezione della gamma delle onde corte. Per questa gamma di frequenze occorre munire l'apparecchio radio di un'antenna estraibile, a stilo.

L'avvolgimento della bobina d'aereo di un ricevitore a transistor può essere realizzato su nucleo di ferrite di forma cilindrica o, come è dato a vedere qui sotto, su nucleo di ferrite di forma rettangolare.

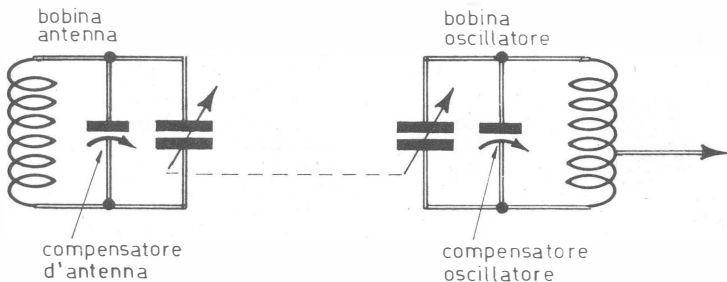
nali, perchè l'intervento dell'operatore può essere fatto anche di giorno. In questo caso, che è poi quello più comune, occorre ruotare il comando di sintonia sino a sintonizzare l'apparecchio radio sul programma nazionale, mantenendo ruotato al massimo il comando di volume sonoro. Il procedimento di taratura prende inizio dall'ultima media frequenza, facendo variare la posizione dei nuclei sino ad ottenere la massima potenza sonora; in, un secondo tempo si ruota la bobina d'oscillatore, con lo scopo di eliminare le interferenze, e si sposta l'avvolgimento di antenna lungo il nucleo di ferrite per ottenere la massima potenza di uscita. Si passa quindi al secondo programma nazionale, intervenendo sul comando di sintonia dell'apparecchio radio e facendo ruotare la vite del compensatore di oscillatore per ottenere una ricezione chiara; poi si agisce sul compensatore di antenna per raggiungere il massimo livello sonoro.

Nel caso in cui, riportando la sintonia sul punto in cui si è ricevuto il programma nazionale, si dovesse constatare una diminuzione del volume sonoro, allora occorre ritoccare la posizione del nucleo della bobina d'oscillatore, avvalendosi anche di piccoli spostamenti del relativo compensatore; se poi, ritornando sul secondo programma, il volume sonoro fosse diminuito, allora si agirà nuovamente sul compensatore di antenna, individuando quella posizione che consente di ottenere il miglior ascolto.

In ogni caso occorre sempre ricordarsi che, in presenza di alte frequenze (condensatore variabile con le lamine mobili estratte), si deve agire sui compensatori, mentre si interviene sui nuclei delle bobine in presenza delle frequenze basse (lamine mobili del condensatore variabile inserite tre quelle fisse).

Accorgimenti per migliorare il rendimento di un ricevitore

Quando nascono delle oscillazioni nel trasformatore di accoppiamento intertransistoriale, fra l'induttanza di fuga e i condensatori di entrata dei transistor montati in push-pull, si pone rimedio all'inconveniente inserendo un condensatore da

Il circuito di entrata di ogni ricevitore radio a transistor è caratterizzato dalla presenza di due circuiti accordati: quello d'aereo (schema a sinistra) e quello d'oscillatore (schema a destra). La bobina oscillatrice è caratterizzata dalla presenza di una presa intermedia.

5000 pF fra ciascuna base dei transistor e massa.

Molto spesso conviene applicare la tensione CAV sulla base e non sull'emittore del transistor amplificatore di media frequenza, allo scopo di aumentare l'efficienza del ricevitore.

Il transistor amplificatore di media frequenza, sottoposto alla tensione CAV, deve presentare una corrente di collettore debole quando la corrente di base è nulla.

Si può applicare un potenziometro in parallelo alla resistenza di collettore del transistor sottoposto alla tensione CAV, allo scopo di regolare il ritardo del diodo di ammortizzamento.

Taluni crepitii possono essere eliminati applicando un condensatore elettrolitico in serie al potenziometro di volume.

In un ricevitore, il miglioramento del rapporto segnale/rumore si ottiene eliminando le frequenze più alte nel canale B.F. con:

a) **Soppressione della cellula di compensazione fra il cursore e il terminale esterno del potenziometro.**
b) **Soppressione della resistenza di collettore del push-pull.**
c) **Cambiamento dei valori dei condensatori del filtro.**

Può risultare utile aumentare il condensatore di accordo di emittore del transistor convertitore di frequenza, allo scopo di sopprimere la reazione in questo stadio.

Il disaccoppiamento del collettore del transistor amplificatore M.F. può essere ottenuto collegando a massa il condensatore. Si ottiene così un aumento di guadagno nello stadio, ma occorre aumentare il valore della resistenza di base.

MESSA A PUNTO DEI RADIOTELEFONI

GENERALITÀ

Il radiotelefono è divenuto oggi una necessità per alcuni, un mezzo di divertimento per altri. Possederlo è un'aspirazione di molti, perchè con il radiotelefono si riesce a fare un po' di tutto, con maggior precisione e assai più rapidamente. Tanti ostacoli di ordine pratico possono essere brillantemente superati con estrema semplicità, con risultati migliori e con risparmio di tempo e di danaro.

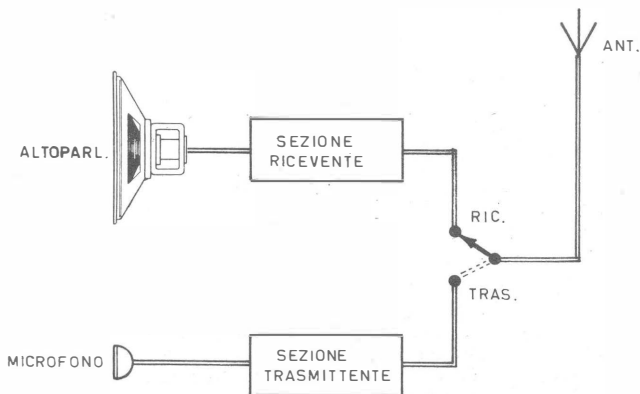
Il radiotelefono è una vera e propria stazione mobile ricetrasmittente, e se le sue dimensioni non sono propio quelle « tascabili » di un apparecchio radio a transistor, certamente il suo ingombro non è più impegnativo di una comune macchina fotografica portata a tracolla dal turista alla ricerca di immagini ricordo. Tuttavia il libero impiego dei radiotelefoni, allo stato attuale della nostra legislazione, è condizionato da precise norme ministeriali che ne limitano l'uso per scopi di gioco o svago, escludendo l'impiego degli apparati per usi scientifici, commerciali, industriali. E per orientarsi in tal senso occorre conoscere una precisa comunicazione dell'Ispettorato Generale Superiore delle Telecomunicazioni. Eccone il testo integrale.

« La produzione su scala industriale e la conseguente immissione sul mercato di piccoli apparati radiotelefonici destinati a scopi ricreativi determinò la necessità di stabilire le caratteristiche tecniche a cui tali apparecchi avrebbero dovuto rispondere perchè ne fosse consentito il libero impiego senza far ricorso alla complessa procedura prevista dall'art. 251 del Codice P.T. per i ponti radio a uso privato.

« Con nota XI/3/3461/218 del 16.11.964 questa Direzione Centrale, fermo restando il principio per cui qualsiasi apparato sia pure di limitata potenza fosse soggetto a concessione Ministeriale ai sensi dell'art. 166 del Codice P.T., stabiliva che particolari autorizzazioni al libero impiego di piccoli apparati portatili potessero essere rilasciati a condizione che rispondessero a determinati requisiti tecnici e che il loro uso fosse limitato esclusivamente a scopi di gioco o di svago.

« Tali autorizzazioni sarebbero state rilasciate dopo omologazione degli apparecchi da parte dell'Istituto Superiore P.T.

« Inoltre, a pena di nullità dell'autorizzazione, sugli apparecchi in questione dovevano essere impresse le caratteristiche tecniche e doveva nello stesso tempo chiaramente risultare che trattavasi di giocattoli e che pertanto potevano essere adoperati per scopi puramente ricreativi. Ciò premesso, poichè risulta alla scrivente che malgrado le disposizioni di cui sopra, radiotelefoni portatili del tipo di cui trattasi, vengono adoperati per usi diversi da quelli per i quali l'autorizzazione è stata rilasciata, si fa obbligo alle ditte costruttrici di imprimere sugli apparecchi autorizzati al libero impiego oltre le caratteristiche tecniche, anche la dicitura "giocattolo".

« Nel caso che apparecchi con gli estre-

L'intero circuito di un radiotelefono può essere suddiviso in due parti fondamentali: la sezione ricevente e la sezione trasmittente. L'antenna è comune alle due sezioni e, nella maggior parte di questi apparati, un solo altoparlante funge contemporaneamente da microfono e da riproduttore sonoro, a seconda che l'apparecchio risulti commutato in trasmissione o in ricezione.

mi di cui sopra vengano adoperati per usi diversi da quelli di gioco o svago (ad es. scientifici, tecnici, sperimentali, didattici, commerciali, industriali, ecc.), l'utente sarà soggetto alle sanzioni penali previste dall'art. 178 del Codice P.T.

« Con l'occasione si fa presente che le caratteristiche tecniche alle quali devono rispondere i ricetrasmettitori di piccola potenza per essere considerati giocattoli hanno subìto alcune modifiche e pertanto risultano le seguenti:

— **frequenza di emissione 29,7 MHz;**
— **tolleranza di frequenza ± 5,10;**
— **tipo di emissione: modulazione di frequenza o di ampiezza;**
— **la potenza massima assorbita dal circuito anodico dello stadio finale del trasmettitore non deve superare 10 mW in assenza di modulazione ».**

Composizione e taratura di un radiotelefono

Il radiotelefono, con circuito a valvole o a transistor, è un apparato composto essenzialmente da due sezioni diverse: la sezione ricevente e la sezione trasmittente.

La sezione ricevente, composta da un circuito con rivelazione in superreazione, richiede la sola taratura del circuito induttivo-capacitivo di sintonia di entrata, mentre assai più complessa risulta la messa a punto della sezione trasmittente; questa seconda sezione del radiotelefono è suddivisa, a sua volta, in due sottosezioni: quella di alta frequenza e quella di bassa frequenza.

La sottosezione di alta frequenza, che è la sola a presentare talune difficoltà di messa a punto, è costituita da un circuito

oscillatore, in grado di erogare energia di alta frequenza necessaria per convogliare, attraverso lo spazio, la voce dell'operatore; il più delle volte, il circuito oscillatore è pilotato con cristallo di quarzo, con lo scopo di conferire all'apparecchio stabilità di funzionamento.

La sottosezione di bassa frequenza, che prende anche il nome di « circuito modulatore », serve per amplificare la debole corrente uscente dal microfono e generata da chi parla davanti ad esso. La tensione di bassa frequenza viene mescolata con quella di alta frequenza generata dall'oscillatore e, successivamente, inviata all'antenna per essere irradiata nello spazio.

Taratura con strumentazione

Gli strumenti necessari per tarare un radiotelefono sono: il generatore di segnali di alta frequenza, in grado di erogare un segnale dello stesso valore di frequenza su cui lavora il radiotelefono (tale frequenza, a norma di legge, deve essere di 29,7 MHz), il tester, che ancora una volta si rivela strumento indispensabile.

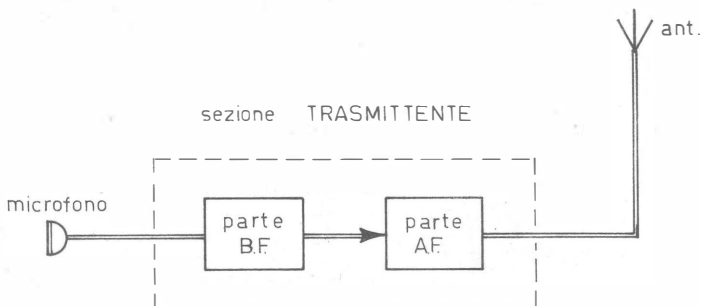
Nei radiotelefoni di piccola potenza è assente la sezione amplificatrice di alta frequenza, e in questi apparati il procedimento di taratura è molto più semplice, dato che si deve intervenire su alcuni componenti soltanto.

Taratura sezione ricevente

La taratura della sezione ricevente di un radiotelefono, cioè del circuito di sintonia, per mezzo di un generatore di segnali campioni e tester, si esegue dopo aver realizzato una semplice sonda rivelatrice.

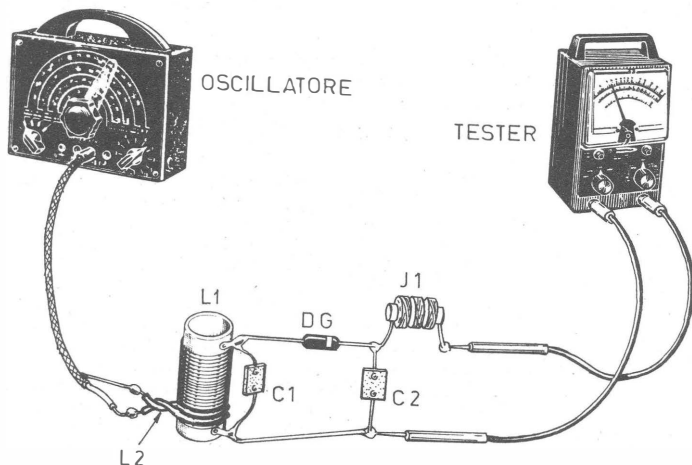
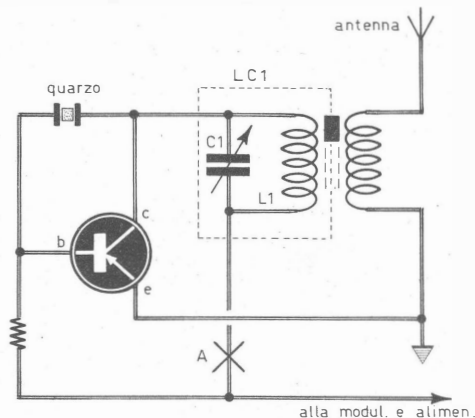
La bobina L1 del radiotelefono va collegata in parallelo ad un condensatore C1, che deve essere un condensatore variabile; per controllare che la bobina L1 si sintonizzi perfettamente sulla frequenza per la quale è stato progettato l'apparecchio, ci si avvale di un generatore di segnali campioni; questo generatore può essere un oscillatore modulato, a condizione che esso sia in grado di fornire un segnale dello stesso valore di frequenza su cui lavora il radiotelefono.

Per ottenere l'allineamento, occorre procedere nel modo seguente. Dopo aver acceso l'oscillatore modulato, si ruota la manopola del comando di frequenza sul valore di 29,7 MHz e si ruota il comando dell'attenuatore sino a portarlo ad 1/4 cir-

La sezione a bassa frequenza, di un radiotelefono, amplifica la tensione generata dal microfono e la invia allo stadio di alta frequenza, dove si somma con i segnali a radiofrequenza, dando origine alla trasmissione vera e propria che viene irradiata nello spazio dall'antenna.

ca della sua corsa totale. Dopo aver realizzato tali manovre, occorre costruire la piccola sonda rivelatrice e la bobina L2.

La sonda rivelatrice è necessaria per poter leggere una certa indicazione sul tester, mentre la bobina L2 serve per trasferire il segnale generato dall'oscillatore al gruppo L1-C1 del radiotelefono.

La bobina L2 è composta di due spire di filo per collegamenti avvolto sopra la bobina L1; i terminali di questa bobina risultano collegati al terminale « caldo » del cavo proveniente dall'oscillatore e alla sua calza metallica. I due terminali di uscita della sonda rivelatrice risultano collegati al tester commutato nella misura 50-100 μA fondo-scala. In tali condizioni, mantenendo l'oscillatore modulato acceso, l'indice del tester deve offrire una indicazione apprezzabile; se ciò non avviene, cioè se l'indice del tester si sposta di poco, occorrerà aumentare l'entità del segnale fornito dall'oscillatore modulato, mediante rotazione della manopola dell'attenuatore, fino a costringere l'indice del tester a raggiungere la posizione di centroscala; successivamente, con un cacciavite di fibra, si ruoterà il perno del condensatore variabile C1 (compensatore), sino a che il tester indica il minimo valore di corrente; se ciò non avviene, occorre spaziare le spire della bobina e ripetere l'operazione. Una volta individuata la posizione del condensatore C1 alla quale corrisponde la minima indicazione del tester, si stacca la sonda rivelatrice, si svolge la bobina di trasferimento del segnale proveniente dall'oscillatore modulato e si collega il grup-

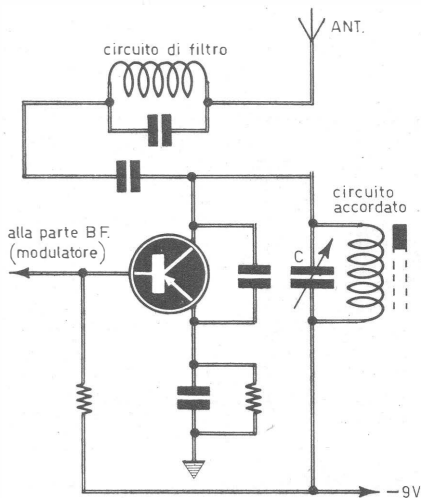
Schema di principio del procedimento di taratura della sezione ricevente (circuito di sintonia) di un radiotelefono, mediante generatore di segnali campione e tester. Si tenga presente che il condensatore C1 simboleggia il condensatore variabile di sintonia, mentre il condensatore C2 ha il valore di 33 pF. L'impedenza di alta frequenza J1 ha un valore di induttanza di 1 mA.

Sezione di alta frequenza di un radiotelefono di piccola potenza (manca l'amplificazione di alta frequenza).

po L1-C1 alla sezione ricevente del radiotelefono. In tal modo la parte ricevente è da considerarsi perfettamente sintonizzabile sulla frequenza di trasmissione.

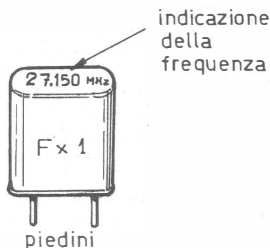
I componenti elettronici che partecipano alla composizione della sonda rivelatrice sono i seguenti: L1 = bobina del radiotelefono; L2 = bobina di accoppiamento (2 spire); C1 = condensatore sintonia; C2 = 33 pF; DG = diodo per alta frequenza (di qualunque tipo); J1 = impedenza di alta frequenza (1 mH).

Taratura stadio alta frequenza

La taratura dello stadio di alta frequenza del radiotelefono, cioè dello stadio oscillatore, dipende dal tipo di oscillatore montato sul radiotelefono in esame; esistono infatti due tipi di oscillatori: quello con cristallo di quarzo e quello a circuito accordato. In pratica, il circuito oscillatore controllato a quarzo è sempre il preferito, anche se risulta un po' costoso, perchè con questo tipo di oscillatore si ottiene una trasmissione molto stabile in frequenza, mentre con il secondo tipo di oscillatore, quello a circuito accordato, la sola vicinanza della mano dell'operatore può condurre il circuito oscillatore fuori sintonia, anche di alcune decine di kilohertz; ciò produce le classiche evanescenze del segnale, dovute appunto ad uno spostamento di frequenza dell'oscillatore.

Il processo di allineamento di uno stadio oscillatore a circuito accordato può essere condotto nel seguente modo. In un primo tempo si interrompe il circuito accordato LC e si effettua la taratura nello stesso modo con cui si è ottenuto l'allineamento del circuito di sintonia LC della sezione ricevente; unica raccomandazione da farsi è quella di individuare esattamente la posizione del condensatore variabile C alla quale corrisponde la minima indicazione dello strumento. Realizzata tale condizione, si collega il gruppo LC al circuito oscillatore e si ripete l'allineamento facendo ancora uso dell'oscillatore, della sonda rivelatrice e del tester, dato che le capacità parassite dei collegamenti potrebbero richiedere un nuovo spostamento nella posizione del condensatore variabile C, e a tale spostamento deve sempre corrispondere la minima indicazione del tester.

Per quanto riguarda l'allineamento di uno stadio oscillatore controllato a cristallo di quarzo, occorre premettere qual-

Schema tipico di uno stadio oscillatore, a circuito accordato, montato sui radiotelefoni.

Cristallo di quarzo per sezione oscillatore di un radiotelefono.

che considerazione; affinchè lo stadio oscillatore generi energia di alta frequenza, è indispensabile che il circuito LC risulti esattamente sintonizzato su una frequenza di valore pari a quella di oscillazione del cristallo di quarzo. Il valore esatto di frequenza del cristallo di quarzo è facilmente individuabile, giacchè nell'involucro metallico di protezione del quarzo è quasi sempre riportato anche il valore della frequenza di oscillazione per la quale esso è stato costruito.

Supponiamo ora di dover allineare la sezione trasmittente di un radiotelefono il cui stadio oscillatore sia controllato a quarzo, come nel caso dello schema transistorizzato.

Prima operazione da farsi è quella di interrompere il conduttore che alimenta, attraverso il gruppo LC1, il collettore del transistor al quale è pure collegato uno dei due terminali del cristallo di quarzo. Una volta interrotto il circuito, si collegherà, in serie, il tester commutato nella posizione 25-50 mA fondo-scala; quindi, inserita la pila, si osserva l'indice dello strumento che, possiamo supporre, potrà fermarsi sul valore di 20 mA (tale valore non è critico, ma puramente indicativo). Si ruoterà quindi lentamente, servendosi di un cacciavite antinduttivo, il perno del condensatore variabile C1, fino a che lo strumento indica il minimo valore di corrente assorbita che, nell'esempio citato, potrà aggirarsi intorno ai 9-10 mA ed anche meno.

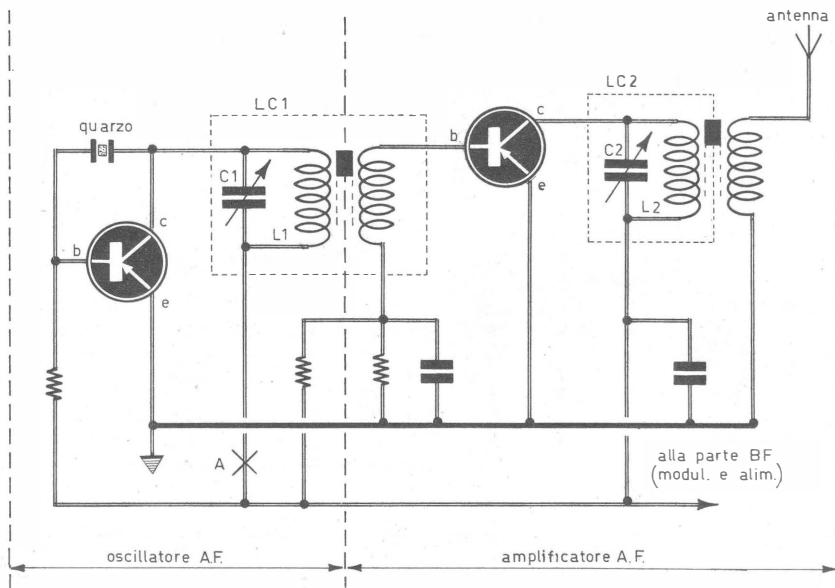
Tale diminuzione di assorbimento starà ad indicare che il circuito LC1 è accordato perfettamente alla frequenza di oscillazione del cristallo di quarzo; e ciò significa anche che lo stadio oscillatore fornisce energia di alta frequenza. Se non si dovesse ottenere tale condizione, cioè se non si ottenesse una diminuzione della corrente assorbita, per qualunque posizione delle lamine mobili, rispetto a quelle fisse, del condensatore variabile C1, di dovranno distanziare leggermente fra di loro le spire della bobina L; se i collegamenti dovessero essere lunghi, occorrerà accorciarli quanto più è possibile, dato che le

capacità parassite dei collegamenti stessi potrebbero compromettere il buon funzionamento dello stadio oscillatore del radiotelefono.

Taratura oscillatore con amplificatore AF

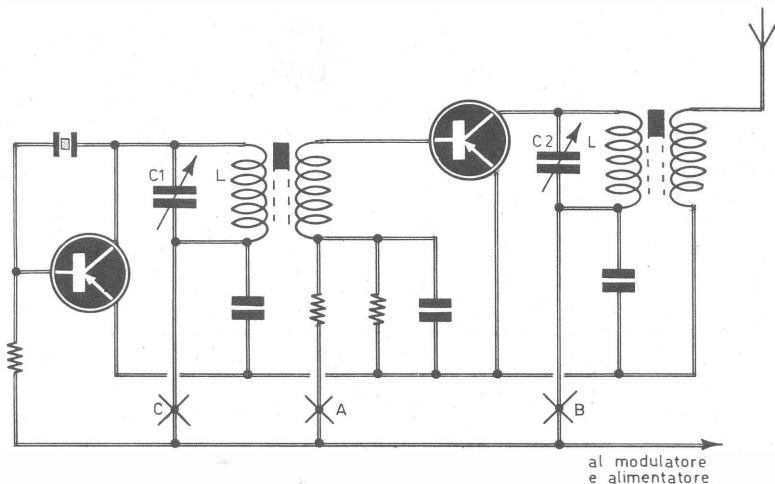
Le operazioni di taratura dello stadio di alta frequenza di un radiotelefono risultano leggermente più complicate quando lo stadio oscillatore è seguito da uno stadio amplificatore di alta frequenza. Le operazioni di taratura vanno eseguite nel modo seguente, facendo riferimento allo schema teorico dello stadio oscillatore e amplificatore AF transistorizzati.

Prima di tutto occorre interrompere l'alimentazione dello stadio finale, nei punti dello schema contrassegnati con le lettere A e B. Tale operazione è necessaria perchè nel caso in cui lo stadio finale dovesse rimanere disaccordato per alcuni minuti, potrebbe danneggiarsi il transistor. Anche l'alimentazione dello stadio oscillatore deve essere interrotta nel punto contrassegnato con la lettera C, inserendo, come detto precedentemente, un tester commutato nella misura di correnti continue (milliamperometro). Il condensatore variabile C1 deve essere regolato

Per il processo di allineamento della sezionne trasmittente di un radiotelefono, con stadio oscillatore controllato a quarzo, occorre prima di tutto interrompere il conduttore che, attraverso il gruppo C1-L1, alimenta il collettore del transistor. Tale punto è contrassegnato nello schema con la lettera A.

in modo da ottenere la minima deviazione dell'indice, e soltanto dopo aver ottenuto tale condizione si può ricollegare il punto contrassegnato con la lettera C, ristabilendo il collegamento fra la linea di alimentazione e lo stadio oscillatore.

Si dovranno ristabilire anche i collegamenti sui punti A e C, interponendo sul punto C il tester, commutato nella posizione di milliamperometro; alimentando il trasmettitore si noterà una certa indicazione nello strumento, ad esempio, 15 mA; quindi si provvederà a ruotare il perno del condensatore variabile C2, sino ad ottenere la minima deviazione dell'indice, non preoccupandosi se il valore della corrente è molto basso (2-3 mA), poichè quanto più basso è tale valore, tanto più elevato è il rendimento dello stadio amplificatore di alta frequenza. Se non si riuscisse ad ottenere l'indicazione minima, allora bisognerà intervenire sul numero di spire della bobina, aumentandolo o diminuendolo sperimentalmente sino ad ottenere la minima deviazione dell'indice del tester.

Nel caso in cui le bobine fossero dotate di nucleo di ferrite, si agirà dapprima sul perno del condensatore variabile e successivamente sui nuclei delle bobine, cercando di individuare quelle posizioni alle quali corrisponde un'ulteriore diminuzione della corrente assorbita dallo stadio finale.

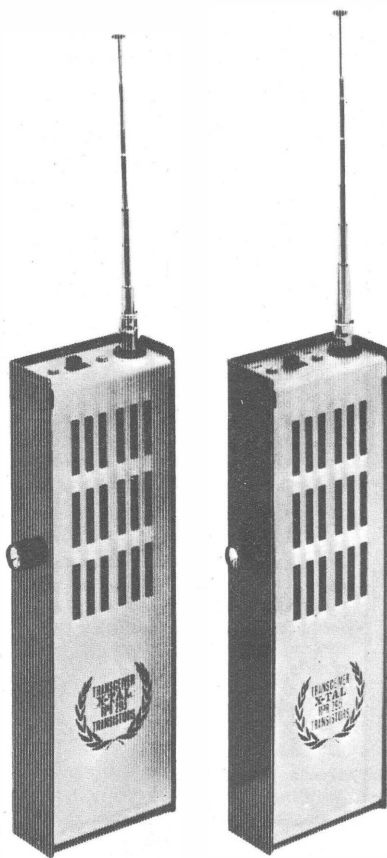
Per l'allineamento di uno stadio oscillatore, seguito da uno stadio amplificatore ad alta frequenza, occorre prima di tutto interrompere i conduttori di alimentazione dello stadio finale (punti A e B); anche il punto C deve essere interrotto, inserendovi un tester commutato nella posizione di milliamperometro.

Una volta ottenuto il minimo assorbimento di corrente da parte dello stadio finale, sempre lasciando inserito il milliamperometro, si ritoccherà, con accortezza e procedendo assai lentamente, la posizione del perno del condensatore variabile C1 dello stadio oscillatore, cercando di diminuire ulteriormente il valore della corrente assorbita da parte dello stadio finale.

E' chiaro che risulta impossibile l'allineamento dello stadio finale quando non è tarato lo stadio oscillatore, poichè inserendo il milliamperometro, nel punto del circuito contrassegnato con la lettera B, il tester offrirà una piccola segnalazione di corrente assorbita, qualunque sia la posizione delle lamine mobili, rispetto a quelle fisse, del condensatore variabile C2.

Soltanto quando il gruppo LC1 sarà accordato esattamente al valore di frequenza pari a quella del cristallo di quarzo, lo strumento collegato all'amplificatore di alta frequenza accuserà un netto aumento di corrente ruotando il perno del condensatore variabile C1; in queste condizioni soltanto è possibile individuare la posizione di C2 alla quale corrisponde la minima deviazione dell'indice del tester.

Accordo di antenna

Le operazioni di accordo di antenna si eseguono soltanto dopo essersi accertati che lo stadio oscillatore eroga energia di alta frequenza e che lo stadio finale funziona regolarmente.

L'accordo di antenna è un'operazione molto importante perchè se l'antenna dovesse rimanere disaccordata, tutta l'energia di alta frequenza andrebbe perduta a danno della trasmissione, senza essere irradiata nello spazio. L'operazione di accordo si ottiene facendo variare il numero delle spire dell'avvolgimento che accoppia lo stadio finale all'antenna, oppure distanziandole fra di loro. Anche per tale operazione si dovrà collegare il tester nel punto del circuito contrassegnato con la lettera B, cioè nello stesso punto in cui si

Coppia di radiotelefoni « Transceiver X-TAL. R.P.R. 295 », montati su contenitori di alluminio anodizzato e muniti di autorizzazione ministeriale per il libero impiego. Ogni apparato monta 4 transistor di tipo PNP e la potenza, misurata sull'antenna, è di 10 mW.

è operato per la messa a punto dello stadio finale. E' ovvio che tale operazione verrà eseguita per ultima, cioè dopo aver allineato tutta la sezione trasmittente del radiotelefono.

Dopo aver inserito l'antenna nella relativa presa, si dovrà controllare l'assorbimento che, durante l'esposizione del processo di allineamento dello stadio finale, avevamo supposto che fosse di 4 mA. Se tale valore aumenta di poco, passando ai valori di 5 o 6 mA, l'antenna deve ritenersi notevolmente disaccordata. Si dovrà quindi intervenire sul numero di spire della bobina, oppure si dovrà variare la posizione del nucleo inserito nella bobina stessa, sino a che il tester indica un valore di corrente pari a 2/3 circa dell'indicazione ottenuta con lo stadio finale disaccordato.

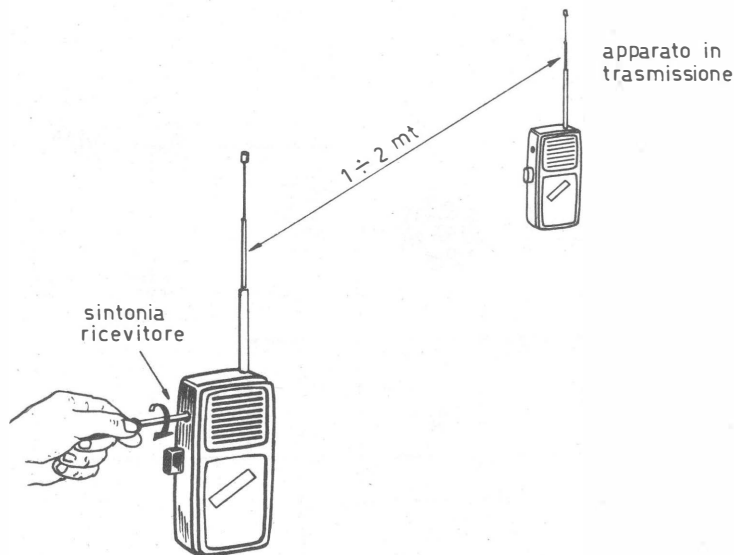
Se l'accordo tra stadio finale e antenna avviene come indicato nello schema, l'allineamento diviene molto più semplice, poichè non è necessario far variare il numero di spire della bobina L3, oppure distanziarle tra di loro; risulterà invece sufficiente far ruotare il perno del condensatore variabile C3 sino ad ottenere l'indicazione dello strumento precedentemente ricordata. In pratica, per accordare l'antenna, è sufficiente ruotare il perno del condensatore variabile C3, sino ad individuare quella posizione per la quale l'indice del milliamperometro, inserito nel circuito amplificatore di alta frequenza, si sposti su un valore pari a 2/3 circa di quello della corrente assorbita dallo stadio amplificatore finale, quando quest'ultimo è risultato perfettamente tarato.

L'accordo di antenna rappresenta un'operazione molto semplice quando si ha a che fare con un circuito come quello qui rappresentato; è sufficiente, infatti, ruotare soltanto il condensatore variabile C3 .

Taratura empirica dello stadio ricevente

Per effettuare la taratura cosiddetta « ad orecchio » della sezione ricevente di un radiotelefono, occorre avere una coppia di apparati con le stesse caratteristiche radioelettriche. Ovviamente, uno dei due apparati deve risultare tarato secondo le norme precedentemente prescritte. Dopo aver sfilato totalmente le due antenne, si accendono i due apparati, ponendo il primo in trasmissione e il secondo in ricezione e avvicinandoli tra di loro fino a 5-6 cm.

Con il solito cacciavite di fibra si ruota il perno del condensatore variabile del circuito di sintonia dell'apparato in ricezione, sino ad udire un fischio acutissimo nell'altoparlante. Tale fischio non è indice di anormale funzionamento, perchè esso è dovuto ad un effetto di reazione e sta ad indicare che il ricevitore è sintonizzato sullo stesso valore di frequenza del trasmettitore.

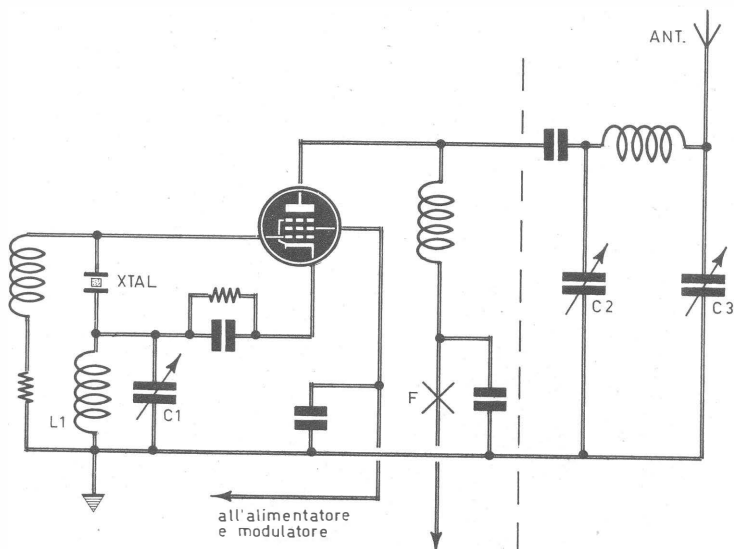
Allontanando tra loro i due apparati di alcune decine di metri e parlando su quello commutato in posizione di trasmissione, si dovrà udire, sull'altro apparecchio, la voce chiara e potente di chi sta parlando. Se la ricezione non fosse molto chiara, si ruoterà ulteriormente il condensatore di sintonia sino ad ottenere la condizione voluta. Ciò fatto, si commuta il radiotelefono in posizione di trasmissione, mentre quello che prima si trovava in posizione

Avvicinando tra di loro due radiotelefoni, commutati in ricezione e trasmissione, si deve ritenere la sezione ricevente di uno di essi perfettamente sintonizzata sulla frequenza di trasmissione dell'altro quando si ode un fischio acuto.

di trasmissione va commutato in posizione di ricezione. Si avvicinano nuovamente tra loro i due apparecchi e si ripetono le stesse operazioni eseguite nel caso precedente.

Taratura di un trasmettitore a valvole di media potenza

Ogni trasmettitore a valvole, sia esso di piccola o media potenza, è caratterizzato dalla presenza di due stadi: lo stadio modulatore e quello oscillatore.

Lo stadio modulatore, cioè lo stadio di bassa frequenza, serve ad amplificare i suoni prodotti davanti al microfono. Lo stadio oscillatore, cioè lo stadio di alta frequenza, ha la funzione di generare energia di alta frequenza che verrà poi irradiata nello spazio unitamente alla voce dell'operatore.

La sezione di alta frequenza, che richiede maggior attenzione per l'allineamento, è quasi sempre caratterizzata dalla presenza di un cristallo di quarzo, che evita slittamenti di frequenza. In ogni caso, nello stadio di alta frequenza di un radiotrasmettitore a valvole di media potenza, si nota la presenza del cristallo di quarzo e del circuito di sintonia L1-C1, che serve per eccitare il quarzo.

Circuito elettrico della sola sezione ad alta frequenza di un trasmettitore a valvola di media potenza. Questa sezione del trasmettitore richiede la maggior attenzione per il lavoro di allineamento; essa è quasi sempre caratterizzata dalla presenza di un cristallo di quarzo, che evita il fenomeno di « slittamento » di frequenza.

L'accordo con l'antenna trasmittente può essere di tipo LINK.

Per le operazioni di accordo si collega il punto del circuito contrassegnato con la lettera F all'alimentatore e al modulatore, attraverso un milliamperometro da 100 mA fondo-scala, alimentando poi l'oscillatore. Sullo strumento si leggerà un certo valore di corrente, che possiamo supporre di 70 mA. Facendo variare i condensatori variabili C1 e C2 si deve ottenere l'indicazione di minimo assorbimento di corrente da parte dell'oscillatore. I due condensatori variabili C1 e C2 non debbono essere manovrati contemporaneamente, perchè occorrerà portare C1 ad un valore minimo di capacità e variare poi lentamente la capacità del condensatore C2 tenendo sott'occhio l'indice del milliamperometro che, ad un certo punto, dovrà segnalare una netta diminuzione di corrente (20-30 mA); poi si cercherà di far diminuire ulteriormente l'assorbimento di corrente aumentando la capacità del condensatore variabile C1.

Quando il milliamperometro segnala la caduta di corrente, allora si aumenta la capacità di C1 sino ad ottenere la massima uscita: questa condizione verrà raggiunta dopo alcune prove sperimentali. Successivamente si passa all'accordo di antenna, che va realizzato nel seguente modo. Si tenga presente che la messa a punto dell'oscillatore deve essere effettuata senza l'inserimento dell'antenna, mentre questa

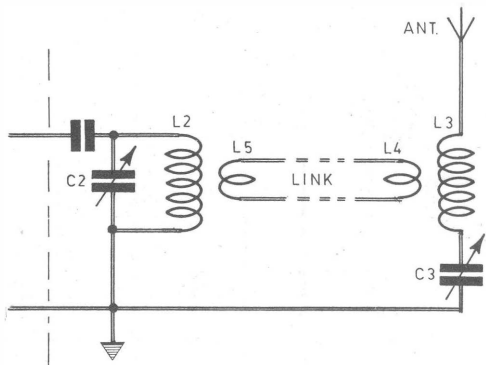
dovrà essere collegata per le operazioni di accordo; a tale scopo si ritocca la posizione del perno del condensatore variabile C2, cercando sempre di ottenere il minimo assorbimento di corrente; successivamente si fa variare, molto lentamente, la capacità del condensatore variabile C3, fino ad ottenere la minima indicazione di corrente sul milliamperometro. Se ciò avviene, tutta l'energia generata dall'oscillatore si trasferisce sull'antenna e si irradia nello spazio.

Accordo di antenna con accoppiamento a LINK

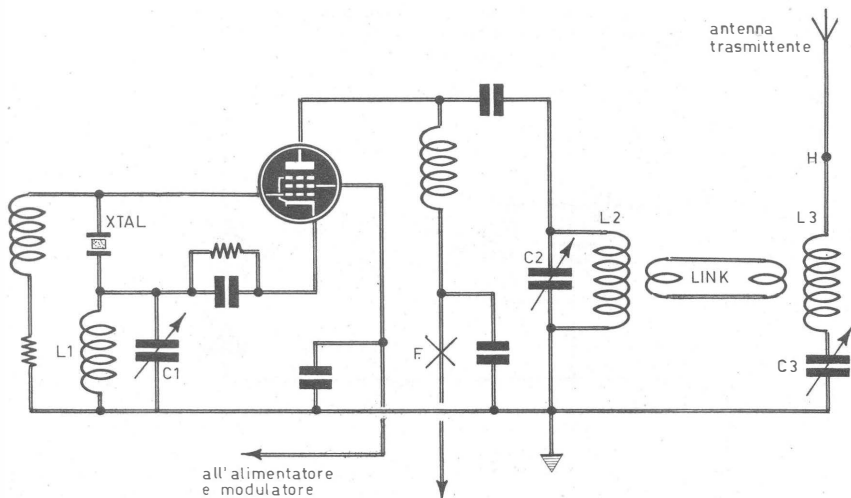
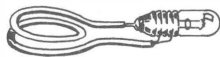
Anche in questo caso occorre fare impiego di un milliamperometro, inserito tra l'oscillatore e l'alimentatore modulatore nel punto contrassegnato con la lettera F. Occorre tuttavia procurarsi anche una lampadina a filamento, avente le seguenti caratteristiche di esercizio: 6,3 volt - 50 mA. Occorre ancora uno spezzone di filo di tipo rigido per collegamenti, della lunghezza di 20 cm. circa.

Con il filo rigido si realizzano due spire del diametro di 20 mm., collegandone i terminali alla lampadina nel modo indicato in figura. In tal modo si è costruita una sonda necessaria per la taratura.

La prima operazione da farsi è quella di eliminare l'antenna, collegando a massa il punto contrassegnato con la lettera H; poi si avvicina la sonda ad una estremità della bobina L2 e si ruota il condensatore variabile C2 sino a che la lampadina della sonda si illumina. L'illuminazione della lampadina starà a segnalare la presenza di energia di alta frequenza sulla bobina L2; questa energia si trasferisce sull'avvolgimento della sonda, per fenomeno di induzione elettromagnetica. Contemporaneamente il milliamperometro deve segnalare una ulteriore diminuzione di corrente (una prima diminuzione di corrente si era ottenuta intervenendo sul condensatore variabile C1). Successivamente si applica la sonda sulla bobina L3, e si ruota il perno del condensatore C3 sino ad individuare un punto tale per cui si provoca l'accensione della lampadina;

Accordo di antenna con accoppiamento a « LINK ». Per la messa a punto di questo circuito occorre fare impiego di un milliamperometro.

questo secondo fenomeno starà a significare che fra le bobine L2 ed L3 si verifica il trasferimento di energia di alta frequenza (attraverso il collegamento Link). Occorre ora elevare al suo massimo livello questo trasferimento di energia; per ottenere tale condizione si fanno ruotare alternativamente i perni dei condensatori C2 e C3, sino a costringere la lampadina ad un valore di luminosità massimo. A questo punto occorre ripristinare il collegamento fra l'antenna e la bobina L3 (punto del circuito contrassegnato con la lettera H). Per poter controllare che tutta l'energia erogata dall'oscillatore venga assorbita dall'antenna, si deve conservare la sonda sopra la bobina L2 (la lampadina dovrà rimanere accesa) e si fa variare il condensatore C3 sino ad ottenere il completo spegnimento della lampadina stessa: tale condizione starà ad indicare che tutta l'energia di alta frequenza viene assorbita dall'antenna ed irradiata nello spazio.

Per poter controllare se anche il modulatore funziona a dovere, si pone la lampadina sopra la bobina L3: essa dovrà accendersi più o meno intensamente a seconda delle varie tonalità della voce prodotte davanti al microfono. E' ovvio che dopo questa ulteriore prova, la sonda dovrà essere eliminata, perchè essa assorbirebbe energia a scapito del regolare funzionamento dell'antenna.

Per la messa a punto del circuito di accordo con accoppiamento a « LINK » e di oscillatore, il milliamperometro deve essere inserito tra l'oscillatore e l'alimentatore modulatore nel punto F.

Lampada-sonda collegata a due spire di filo rigido per collegamenti. La tensione di accensione della lampada deve essere di 6,3 volt.

Potenza massima nello stadio finale

A conclusione degli argomenti fin qui trattati è necessario aggiungere qualche chiarimento su quel che riguarda la potenza massima che lo stadio finale di un radiotelefono deve assorbire in rispetto alle vigenti norme di legge che regolano la detenzione e l'uso di apparecchi ricetrasmittenti.

L'autorizzazione per la detenzione e l'uso dei radiotelefoni viene rilasciata, dopo omologazione degli stessi, da parte dell'Istituto Superiore delle Poste e delle Comunicazioni. Sugli apparecchi debbono essere impresse le caratteristiche tecniche e deve altresì risultare chiaramente indicato che si tratta di mezzi puramente ricreativi.

Le caratteristiche tecniche alle quali debbono rispondere i radiotelefoni di piccola potenza, per poter essere considerati giocattoli e, per non uscire dalla legalità, sono le seguenti:

— **frequenza di emissione 29,7 MHz;**
— **tolleranza di frequenza ± 5,10;**
— **tipo di emissione: modulazione di frequenza o di ampiezza.**

La potenza massima assorbita dal circuito anodico dello stadio finale del trasmettitore non deve superare i 10 mW in assenza di modulazione.

Sapendo che la potenza P risulta espressa dalla seguente formula:

$$\mathbf{P = V \times I}$$

E supponendo che l'alimentazione di un radiotelefono sia quella di 9 volt, risulta:

$$\mathbf{10\ MW = 9\ V \times I}$$

dalla quale si ricava:

$$\mathbf{I = \frac{10\ mW}{9\ V} = 1{,}1\ mA}$$

Ciò sta a significare che, per rimanere nella legalità, se l'alimentazione di un radiotelefono è ottenuta con la tensione continua di 9 V, la massima corrente assorbita dallo stadio finale non deve superare il valore di 1,1 mA.

Nel caso in cui l'alimentazione di un radiotelefono fosse ottenuta con la tensione continua di 6 volt, il valore massimo della corrente assorbita dallo stadio finale dovrà essere di:

$$\mathbf{I = \frac{10\ mW}{6\ V} = 1{,}6\ mA}$$

Se invece la tensione di alimentazione è di 12 volt, la corrente massima ammissibile, assorbita dallo stadio finale, dovrà essere di:

$$\mathbf{I = \frac{10\ mW}{12\ V} = 0{,}83\ mA}$$

Chi non si attiene a queste precise norme di legge, incorre nelle sanzioni penali previste dall'art. 178 del codice delle Poste e delle Comunicazioni.

FONDAMENTI DELLA RADIO

RADIOPRATICA-MILANO